



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL
FERTILIZANTE FOLIAR 25-16-12 EN EL CRECIMIENTO DE
PLANTAS DE *Caesalpinia spinosa* (GUARANGO), PARROQUIA LA
PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA.**

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

JORDÁN TAPIA ALEXIS SEBASTIÁN

RIOBAMBA - ECUADOR

2017

HOJA DE CERTIFICACIÓN

El tribunal de tesis certifica que el trabajo de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE FOLIAR 25-16-12 EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE *Caesalpinia spinosa* (GUARANGO), PARROQUIA LA PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**. De la responsabilidad del señor Alexis Sebastián Jordán Tapia ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL

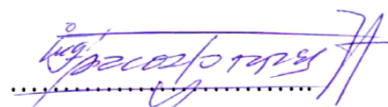
FECHA DE PRESENTACIÓN



19/10/2017

Ing. Sonia Carmita Rosero Haro

DIRECTORA



19/10/2017

Ing. José Franklin Arcos Torres

ASESOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Alexis Sebastián Jordán Tapia, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 19 de Octubre del 2017



Alexis Sebastián Jordán Tapia

180443358-7

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual del autor y del Consejo Provincial de Tungurahua conjuntamente con la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar y con mucho cariño a mis padres Manuel Jordán y Carmita Tapia, por haber sido mi pilar fundamental a lo largo de la carrera, en mi vida personal así como en el apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi vida.

A mis hermanos Mauricio, Daniel y Doménica, por brindarme su apoyo y consejos, y por estar siempre velando por mi bien.

Al igual que mis amigos por su apoyo y amistad incondicional.

Todos quienes tienen mi aprecio y cariño.

AGRADECIMIENTO

A:

Mis padres por haberme dado la vida, y a Dios por darme la fortaleza para no desmayar en el proceso y no rendirme en la lucha por alcanzar mi objetivo.

A la Ing. Sonia Rosero y al Ing. Franklin Arcos, por su apoyo y tiempo brindado, al igual que su ímpetu para formarme como profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal por todo su aporte brindado durante mi formación académica.

Al Consejo Provincial de Tungurahua por permitirme realizar la investigación de mi trabajo de titulación en el Vivero Forestal de Catiglata dirigido por el Ing. Luis Lasluisa.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Pag.
LISTA DE TABLAS	I
LISTA DE FIGURAS	II
LISTA DE CUADROS	III
LISTA DE GRÁFICOS	V
LISTA DE ANEXOS	VI
I. TÍTULO.	1
II. INTRODUCCIÓN.	1
A. JUSTIFICACIÓN	2
B. OBJETIVOS	2
1. General	2
2. Específicos	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
A. FERTILIZACIÓN FOLIAR	3
1. Aplicación foliar	4
2. Deficiencia de nutrientes	5
3. Absorción foliar	6
4. Mecanismo de absorción	7
5. Fertilización foliar exitosa	12
6. Propósitos de la fertilización foliar	12
7. Factores que influyen en la fertilización foliar	13
8. Reglas básicas para hacer mezclas de fertilizantes en agua	15
B. FERTILIZANTE COMPLETO SOLUBLE PARA APLICACIÓN FOLIAR	15
C. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ASPERSIÓN	17
1. Pre-calibración	17
2. Calibración	17
D. VIVERO FORESTAL	18
1. Labores culturales en vivero	18
E. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL GUARANGO	21

1. Taxonomía	21
2. Generalidades del Guarango	21
3. Requerimientos agro-climáticos del guarango	22
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	24
A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	24
1. Localización	24
2. Ubicación Geográfica	24
3. Clima	24
4. Zona de vida	24
B. MATERIALES Y EQUIPOS	25
1. Material genético	25
2. Materiales de campo	25
3. Materiales de oficina	25
C. METODOLOGÍA	25
1. Factores en estudio	25
2. Tratamientos en estudio	25
3. Especificaciones del campo experimental	26
4. Análisis estadístico	27
5. Análisis funcional	27
D. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRARSE.	28
1. Altura de la planta.	28
2. Diámetro del tallo.	28
3. Número de hojas por planta.	28
E. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	28
1. Análisis del sustrato	28
2. Trasplante	28
3. Establecimiento de los grupos de investigación	29
4. Identificación de los tratamientos y rotulación	29
5. Riego	29
6. Fertilización	29
7. Deshierbe	29
8. Toma de datos en campo	29
V. RESULTADOS	30

A.	ALTURA DE PLANTAS	30
1.	Altura de plantas con aplicación del fertilizante foliar a los 30 días	30
2.	Altura de plantas con aplicación del fertilizante foliar a los 60 días	31
3.	Altura de plantas con aplicación del fertilizante foliar a los 90 días	32
4.	Altura de plantas con aplicación del fertilizante foliar a los 120 días	33
B.	DIÁMETRO DE TALLOS	34
1.	Diámetro de tallos con aplicación del fertilizante foliar a los 30 días	34
2.	Diámetro de tallos con aplicación del fertilizante foliar a los 60 días	35
3.	Diámetro de tallos con aplicación del fertilizante foliar a los 90 días	36
4.	Diámetro de tallos con aplicación del fertilizante foliar a los 120 días	37
C.	NÚMERO DE HOJAS	40
1.	Número de hojas con aplicación del fertilizante foliar a los 30 días	40
2.	Número de hojas con aplicación del fertilizante foliar a los 60 días	41
3.	Número de hojas con aplicación del fertilizante foliar a los 90 días	42
4.	Número de hojas con aplicación del fertilizante foliar a los 120 días	44
VI.	CONCLUSIONES	48
VII.	RECOMENDACIONES	49
VIII.	RESUMEN	50
IX.	ABSTRACT	51
X.	BIBLIOGRAFIA	52
XI.	ANEXOS	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Velocidad de absorción foliar.	11
Tabla 2. Tolerancia de concentración de nutrimentos en aplicaciones foliares.	12
Tabla 3. Composición del fertilizante foliar (25-16-12).	16
Tabla 4. Principales plagas y enfermedades del guarango.	20
Tabla 5. Especificación de tratamientosn estudio	26
Tabla 6. ADEVA	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del tejido de la hoja	7
Figura 2. Penetración / Absorción	8
Figura 3. Trayectoria de la penetración foliar	8
Figura 4. Pulverización Foliar	8
Figura 5. Penetración por difusión pasiva	9
Figura 6. Absorción iónica	9
Figura 7. Floema Movimiento simplástico	10
Figura 8. Xilema Movimiento apoplástico	10
Figura 9. Tamaño de las gotas	14
Figura 10. Sin surfactante – Con surfactante	14

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 30 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	30
Cuadro 2.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 60 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	31
Cuadro 3.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 90 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	32
Cuadro 4.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 120 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	33
Cuadro 5.	Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 30 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	34
Cuadro 6.	Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 60 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	35
Cuadro 7.	Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 90 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	36
Cuadro 8.	Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 120 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	37
Cuadro 9.	Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 30 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	40
Cuadro 10.	Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de Guarango (Caesalpinia spinosa) a los 60 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	41

Cuadro 11.	Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 90 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	42
Cuadro 12.	Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de hojas en plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 90 días de iniciado la investigación.	43
Cuadro 13.	Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 120 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.	44
Cuadro 14.	Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de hojas en plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 120 días de iniciado la investigación.	45
Cuadro 15.	Separación de medias de Tukey al 5% para los tratamientos en el número de hojas en plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 120 días de iniciado la investigación.	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Comparación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas en el factor A (dosis del fertilizante) a los 90 días.	43
Gráfico 2.	Comparación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de acuerdo a los tratamientos aplicados (dosis del fertilizante x frecuencia de aplicación) a los 120 días.	46

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Croquis de la distribución del diseño experimental.	56
Anexo 2.	Localización del lugar de la investigación.	57
Anexo 3.	Altura de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) recién instaladas las unidades experimentales de la investigación (cm).	57
Anexo 4.	Altura de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (cm).	58
Anexo 5.	Altura de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (cm).	58
Anexo 6.	Altura de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (cm).	59
Anexo 7.	Altura de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (cm).	59
Anexo 8.	Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) recién instaladas las unidades experimentales de la investigación (mm).	60
Anexo 9.	Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (mm).	60
Anexo 10.	Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (mm).	61
Anexo 11.	Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (mm).	61
Anexo 12.	Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (mm).	62
Anexo 13.	Número de hojas en las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) recién instaladas las unidades experimentales de la investigación (#).	62

Anexo 14.	Número de hojas en las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (#).	63
Anexo 15.	Número de hojas en las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (#).	63
Anexo 16.	Número de hojas en las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (#).	64
Anexo 17.	Número de hojas en las plantas de Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (#).	64
Anexo 18.	Pesaje de acuerdo a las dosis definidas del fertilizante para la investigación.	65
Anexo 19.	Selección de plantas para el trasplante destinadas a la investigación.	65
Anexo 20.	Trasplante de las fundas pequeñas a las de mayor dimensión.	65
Anexo 21.	Visita de campo por parte del tribunal de titulación.	65
Anexo 22.	Establecimiento de la parcela y de las unidades experimentales.	66
Anexo 23.	Labores culturales (limpieza, riego y deshierbe manual de malezas).	66
Anexo 24.	Fertilización de las unidades experimentales.	66
Anexo 25.	Toma de datos en campo (altura, diámetro y número de hojas).	67
Anexo 26.	Análisis del sustrato utilizado en la investigación.	67
Anexo 27.	Presupuesto de inversión.	68

I. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE FOLIAR 25-16-12 EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE *Caesalpinia spinosa* (GUARANGO), PARROQUIA LA PENÍNSULA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

II. INTRODUCCIÓN.

Bajo las condiciones actuales por las que está atravesando el país en el sector ambiente, el Gobierno Nacional ha programado ejecutar un plan nacional de forestación y reforestación que comprenden plantaciones comerciales, plantaciones para la protección, conservación de sistemas agroforestales, surgiendo la necesidad de delegar a los Gobiernos Locales se encarguen de recuperar las zonas de sus provincias con suelos degradados afectadas por erosiones, deforestación, incendios forestales y la protección de quebradas y laderas.

Sumándose a esto la iniciativa por parte del GAD Municipal del cantón Ambato de mejorar la belleza paisajística del cantón y la provincia con fines ambientales para la reducción de la contaminación y una mejor carta de presentación para el turismo local y del país.

Esto ha provocado que la demanda de plantas forestales entre estas la especie de Guarango, por ser una especie adaptable a condiciones adversas y críticas, aumente considerablemente para el Vivero del Gobierno Provincial del cantón Ambato, con el motivo de cubrir la demanda por parte del mismo, proceso que se ve afectado por el largo periodo de estadía en el vivero que tienen las especies forestales y en este caso el guarango con un tiempo de 8 a 12 meses.

Por lo cual se busca encontrar una solución al problema que se presenta por medio de la aplicación del fertilizante foliar que es un complemento para la nutrición de la planta lo que ayuda a acelerar el crecimiento de la especie, con esto reducir la estadía en el vivero.

Razones por las cuales se evaluará dosis del fertilizante foliar sumado a frecuencias de aplicación del mismo en plantas de *Caesalpinia spinosa* (Guarango), con la finalidad de estimular el crecimiento de esta especie en vivero, comprobando a la vez la eficiencia

del fertilizante en la especie produciendo plantas en excelentes condiciones para cuando lleguen a los sitios definitivos de acuerdo a sus diferentes fines y a la demanda para restauración forestal por parte del Gobierno Nacional y Local.

A. JUSTIFICACIÓN

El vivero forestal del Gobierno Provincial del cantón Ambato es el encargado de la producción de las plantas forestales entre ellas de la especie de guarango para cubrir la demanda por parte del Gobierno Local para sus diferentes fines como son la recuperación de suelos degradados por la erosión, deforestación, incendios forestales, recuperación de quebradas y pendientes así como la mejora de la belleza paisajística con fines ambientales y turísticos.

Por considerarse a *Caesalpinia spinosa* (Guarango), una especie idónea bajo estas condiciones y siendo la más adquirida y deseada para estos fines de restauración forestal, se ve la importancia al realizar esta investigación con la finalidad de encontrar el tratamiento apropiado con su dosis de fertilizante y periodo de aplicación que nos permita obtener plantas de calidad y en condiciones óptimas para sus sitios definitivos, acelerando su crecimiento y reduciendo su tiempo de estadía en el vivero, para cumplir con la demanda establecida por el Gobierno Nacional y Local.

B. OBJETIVOS

1. General

- a. Evaluar el efecto de la aplicación del fertilizante foliar 25-16-12 en el crecimiento de plantas de *Caesalpinia spinosa* (Guarango), en el vivero de Catiglata, parroquia La Península, Cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

2. Específicos

- a. Evaluar la dosis apropiada del fertilizante foliar 25-16-12, en el crecimiento de las plantas de guarango.
- b. Determinar la frecuencia apropiada de aplicación del fertilizante foliar 25-16-12, en el crecimiento de las plantas de guarango.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. FERTILIZACIÓN FOLIAR

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales, estos propósitos son: corregir las deficiencias nutrimentales que se presentan en el desarrollo de la planta, corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la fertilización común al suelo, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta. Lo anterior indica que la fertilización foliar debe ser específica, de acuerdo con el propósito y el problema nutricional que se quiera resolver o corregir en los cultivos. (Aguilar & Trinidad, 1999).

La nutrición foliar ha probado ser la forma más rápida para curar las deficiencias de nutrientes y acelerar la performance de las plantas en determinadas etapas fisiológicas. Con el cultivo compitiendo con las malezas, la pulverización foliar focaliza los nutrientes sólo en aquellas plantas seleccionadas como destino. (Fertilizando, 2011 citado por Pazmiño, 2012).

La fertilización foliar es el principio de aplicación de nutrimentos a través del tejido foliar, principalmente a través de las hojas, que son los órganos donde se concentra la mayor actividad fisiológica de la planta. En esta técnica se utilizan sustancias fertilizantes que son asperjadas al follaje en forma de solución nutritiva, utilizando el agua como medio de disolución. Ha sido bien demostrado el excelente resultado que se logra cuando se aplican nutrimentos vía foliar en la época y cantidad adecuada. (Molina & Meléndez, 2002).

La fertilización foliar también es muy importante para suplir nutrimentos en los momentos de mayor demanda y que las condiciones del suelo no permite suministrar adecuadamente. En el caso del nitrógeno cuya demanda se incrementa durante los períodos de crecimiento acelerado, floración y fructificación y del fósforo durante el desarrollo radical. El potasio durante el proceso de producción de la planta. (Molina & Meléndez, 2002).

Los efectos observados de la fertilización foliar normalmente se traducen en un incremento en el crecimiento y rendimiento de los cultivos, mayor resistencia a plagas y

enfermedades, tolerancia a déficit hídrico, y un mejoramiento en la calidad de la cosecha. Obviamente, la respuesta de la planta a la nutrición foliar dependerá de varios factores tales como la especie, la fuente del fertilizante, la concentración, la frecuencia de aplicación, así como el estado de crecimiento de la planta. (Molina & Meléndez, 2002).

1. Aplicación foliar

La aplicación foliar es el método más eficiente de suministro de micronutrientes (pero también de N o NPK en una situación crítica para el cultivo) que son necesarios solamente en pequeñas cantidades y pueden llegar a ser indisponibles si son aplicados en el suelo. Para minimizar el riesgo de quemado de las hojas, la concentración recomendada tiene que ser respetada y propagada preferiblemente en días nublados y en las primeras horas de la mañana o en las últimas del atardecer (para evitar que las gotitas se sequen inmediatamente). (FAO e IFA, 2002).

a. Nitrógeno (N).

Es un constituyente esencial de numerosos compuestos orgánicos importantes para la planta como proteínas, clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos y varias coenzimas, por lo que la nutrición nitrogenada controla en gran medida el crecimiento de la planta. Es el cuarto elemento más abundante en las plantas seguido C, H y O. (Villegas, 2005 citado por Hidalgo, 2016).

El nitrógeno estimula el crecimiento de hojas, tallos y raíces, así como el desarrollo de flores, frutos y otras estructuras reproductivas. (Saro, 2013).

Debe usarse con mucha precaución, evitando dosis excesivas. Este elemento se puede adicionar en forma de urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio o como componentes de fertilizantes compuestos. No es posible, con el nitrógeno o con otros elementos, fijar una dosis apropiada para el manejo de la fertilización, que ello depende de las características particulares de cada suelo y los requerimientos de la especie. (Trujillo, 2002).

b. Fósforo (P).

Es la base de la respiración y por tanto de producción de energía. Estimula principalmente el desarrollo del sistema radicular; normalmente se aplica en forma de

superfosfato, entre sus muchas funciones, participa en la generación de la energía (ATP) que requiere la planta para su crecimiento y desarrollo. (Trujillo, 2002).

c. Potasio (K).

Estimula el endurecimiento de las plántulas por tanto, aumenta su vigor y resistencia a las heladas; también en un buen número de actividades fisiológicas en la planta (Trujillo, 2002). El potasio es importante para el establecimiento de potencial osmótico de las células y para el mantenimiento de su balance iónico. (Saro, 2013).

“Los elementos anotados NPK, son los más importantes y deben tenerse en cuenta, en todos los programas de fertilización; además, de las consideraciones presentadas en cada uno de los elementos, son múltiples las acciones de tipo fisiológico y bioquímico en que participan, junto con los otros elementos llamados menores, entre otros como el Boro (B) o el calcio (Ca)”. (Trujillo, 2002).

2. Deficiencia de nutrientes

La carencia de elementos nutricionales origina alteraciones o dificultades de crecimiento, la sintomatología de las diferentes deficiencias nutricionales de las plántulas en vivero es algo complejo, poco estudiado y varía de acuerdo con la especie, se pueden destacar a nivel general las siguientes:

- Deficiencia de nitrógeno: Hojas pequeñas, claras amarillentas, con las nervaduras descoloradas. Su exceso produce un menor desarrollo de los tejidos predisponiendo a las plántulas a los ataques parasitarios.
- Deficiencia de fósforo: “Se observan en las hojas manchas azules y grises, amarillento sectorizado y necrosis; además, de una reducción en el desarrollo radicular y enanismo. Su exceso produce carencias nutritivas de hierro y zinc”.
- Deficiencia de calcio: Amarillamiento a partir de los bordes.
- Deficiencia de potasio: necrosis en los bordes de las hojas.
- Deficiencia de magnesio: Nervaduras verdes pero con manchas amarillas.
- Deficiencia de hierro: Amarillamiento de toda la hoja sin incluir nervaduras y bordes.
- Deficiencia de manganeso: Amarillamiento de hojas terminales y rebrotes. (Trujillo, 2002).

3. Absorción foliar

La absorción foliar de nutrientes está influida directamente por las condiciones ambientales y, muy particularmente, por la humedad y la temperatura. La absorción tiene lugar mientras la hoja se mantiene húmeda y cesa una vez se ha secado. Si aún queda materia activa del producto por penetrar, ésta se queda en forma sólida sobre la superficie de la hoja, y la absorción podría reanudarse si la hoja se mojase de nuevo en cantidades que no provoquen el lavado. Por ellos, la aplicación de nutrientes mejora si se realiza en la noche, cuando la humedad relativa es mayor, y se reduce si se hace en días calurosos o en las horas centrales del día, cuando la temperatura más elevada provoca una disminución de la humedad relativa. (Foroactivo, 2015).

La proporción de penetración de un nutrimento a través de la hoja también depende del estado nutricional de la planta. Además, la capacidad de absorción por la hoja disminuye con la edad de la misma, debido a una disminución en la actividad metabólica, a un incremento en la permeabilidad de la membrana y a un aumento en el grosor de la cutícula. (Molina & Meléndez, 2002).

La absorción foliar de nutrientes a través de la hoja se puede visualizar como un proceso compuesto de tres etapas:

a. Etapa 1

Retención del producto en la hoja. En esta etapa, el nutriente es aplicado sobre la superficie de la hoja; es recomendable que el nutriente se mantenga en contacto con la hoja el mayor tiempo posible, preferiblemente de 3 a 4 horas, lo que aumenta la probabilidad de ser absorbido por esta (Fageria, Barbosa, Moreira & Guimaraes, 2009). Las condiciones de alta humedad relativa favorecen la permeabilidad de la cutícula (Stevens, Baker & Anderson, 1988; Tarango, 1992) citado por (Murillo Castillo, Piedra Marín & León, 2013).

b. Etapa 2

Transporte del nutriente a las células. En esta fase el nutriente es transportado a través de las diferentes capas de la hoja, donde supera una serie de barreras naturales, hasta llegar a las células epidermales. (Murillo Castillo, Piedra Marín & León, 2013).

c. Etapa 3

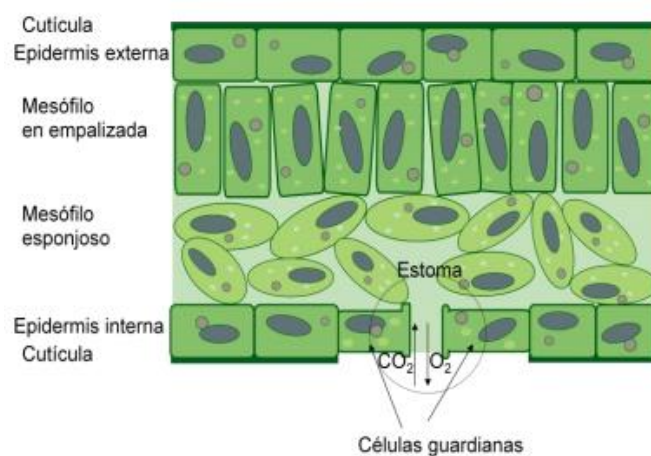
Movimiento del nutriente hasta los órganos. Los nutrientes son transportados desde las células epidermales hasta los órganos donde la planta los requiera, para lo cual atraviesan espacios intercelulares (apoplasto) o células de diferentes tejidos (simplasto). Una vez que los nutrientes llegan al tejido vascular (xilema y especialmente floema), se acelera dramáticamente su movilidad hasta los tejidos destino. (Murillo Castillo, Piedra Marín & León, 2013).

4. Mecanismo de absorción

Los procesos mediante los cuales una solución de nutrientes que se aplica al follaje de un cultivo es asimilada por las plantas incluyen: contacto con la hoja y adsorción a la superficie de la misma, penetración cuticular/estomática/a través de otras estructuras epidérmicas, absorción celular y penetración en los compartimentos celulares metabólicamente activos en la hoja, y finalmente, en su caso, la translocación y la utilización de los nutrientes absorbidos por la planta. (Fernández, Sotiropoulos & Brown, 2015).

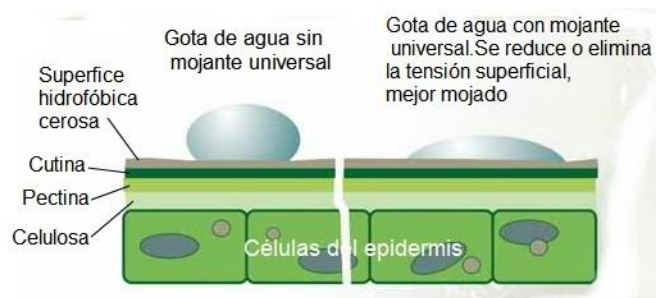
a. Penetración

La penetración/absorción puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido. La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y se realiza en forma pasiva de acuerdo al gradiente de mayor concentración a menor concentración (del exterior al interior). (Rottenberg & Gallardo, s.f).



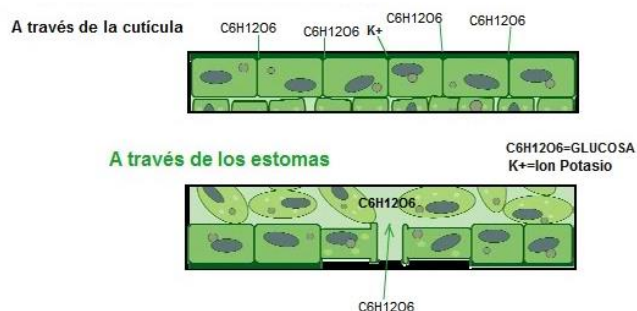
Fuente: (Rottenberg & Gallardo, s.f).

Figura 1. Estructura del tejido de la hoja.



Fuente: (Bonsaisur, 2011).

Figura 2. Penetración / Absorción



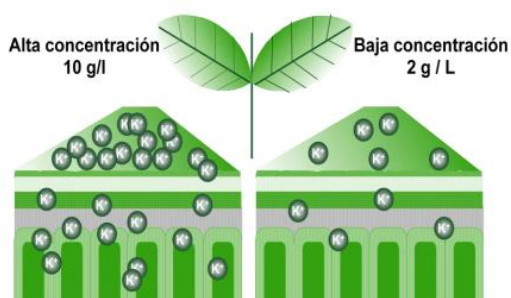
Fuente: (Bonsaisur, 2011).

Figura 3. Trayectoria de la penetración foliar

La tasa de penetración depende de la concentración de soluto en la superficie de la hoja y de la humedad relativa, que determina la tasa de evaporación de la solución asperjada. (Rottenberg & Gallardo, s.f).

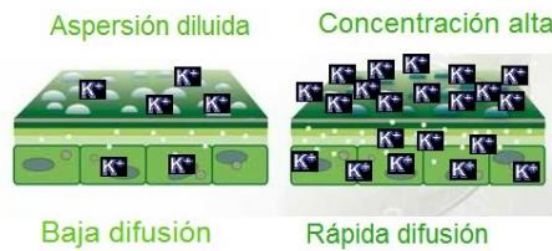
El nitrógeno y el potasio son rápidamente absorbidos por las hojas y transportados a todas las partes de la planta, especialmente a puntos de activo crecimiento como nuevas hojas, frutos jóvenes, tallos en crecimiento y raíces. (Rottenberg & Gallardo, s.f).

La penetración es proporcional a la concentración como se ve en la Figura 4. (Rottenberg & Gallardo, s.f).



Fuente: (Rottenberg & Gallardo, s.f).

Figura 4. Pulverización Foliar



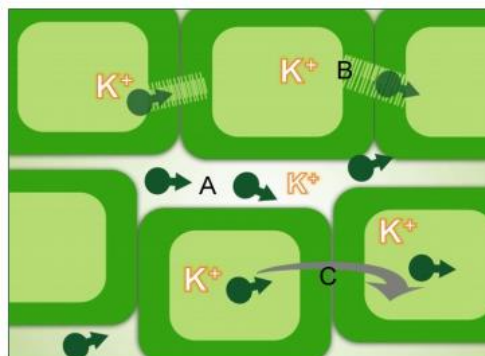
Fuente: (Bonsaisur, 2011).

Figura 5. Penetración por difusión pasiva

Aunque no es el único, la difusión pasiva es el mecanismo principal responsable de la mayor penetración de cationes. (Rottenberg & Gallardo, s.f).

b. Absorción Iónica

Ésta absorción ocurre por la superficie de la membrana del citoplasma. El transporte hacia las diferentes partes de la planta de iones se conoce con el nombre de transporte. El cual se realiza mediante dos mecanismos (Figura 6) (Rottenberg & Gallardo, s.f).



Fuente: (Rottenberg & Gallardo, s.f).

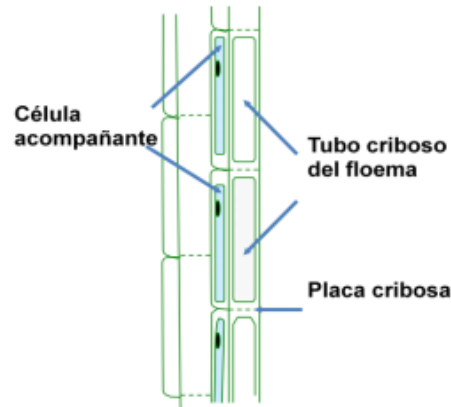
Figura 6. Absorción iónica

- El transporte pasivo involucra a la difusión por la cutícula de acuerdo al gradiente y al fluido entre células
- Transporte Activo involucra la absorción por la superficie de la membrana del citoplasma de célula a célula.

c. Floema (movimiento simplástico)

- El movimiento regularmente va de los órganos fotosintéticos a todas las partes de la plantas

- Los iones son transportados de sitios donde los carbohidratos se sintetizan a sitios donde éstos se consumen y reservan (desarrollo de flores y frutos, puntos de crecimiento en raíces y tallos). (Rottenberg & Gallardo, s.f).

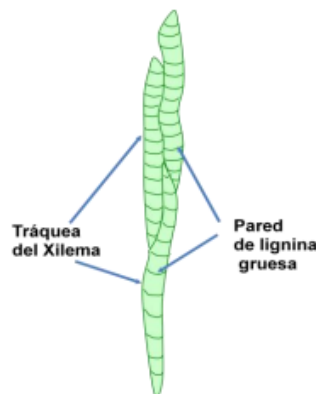


Fuente: (Rottenberg & Gallardo, s.f).

Figura 7. Floema (movimiento simplástico)

d. XILEMA (movimiento apoplástico)

- Regulado por el flujo del floema.
- El flujo del xilema es controlado por transpiración durante el día, y por presión de raíz en la noche (Rottenberg & Gallardo, s.f).



Fuente: (Rottenberg & Gallardo, s.f).

Figura 8. Xilema Movimiento apoplástico

e. La distribución del nutriente dentro de las hojas y su translocación hacia otros órganos de la planta.

El movimiento y translocación fuera de las hojas después de la fertilización foliar dependen del movimiento del nutriente en el floema y xilema. Los nutrientes móviles en

el floema, tales como el K, P, N y Mg se distribuyen dentro de la hoja de manera acrópeta por el xilema y basípeta por el floema. (Melgar, 2015).

Los nutrimentos penetran en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrimentos. (Molina & Meléndez, 2002).

Los nutrimentos se absorben por el follaje con una velocidad notablemente diferente. El nitrógeno se destaca por su rapidez de absorción necesitando de 0,5 a 2 horas para que el 50% de lo aplicado penetre en la planta. Los demás elementos requieren tiempos diferentes y se destaca el fósforo por su lenta absorción, requiriendo hasta 10 días para que el 50% sea absorbido. En la tabla 1, se detallan tiempos de absorción de algunos nutrimentos importantes. (Molina & Meléndez, 2002).

Tabla 1. Velocidad de absorción foliar.

Nutrimento	Tiempo para que se absorba el 50% del producto
N (urea)	0,5 - 2 h
P	5 - 10 días
K	10 - 24 h
Ca	1 - 2 días
Mg	2 - 5 h
S	8 días
Mn	1 - 2 días
Zn	1 - 2 días
Mo	10 - 20 días
Fe	10 - 20 días

Fuente: Tomado de Bertsch, 1995 citado por (Molina & Meléndez, 2002).

Una vez que se ha realizado la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando varias vías: a) la corriente de transpiración vía xilema, b) las paredes celulares, c) el floema y otras células vivas y d) los espacios intercelulares. La principal vía de translocación de nutrimentos aplicados al follaje es el floema. En consecuencia, las soluciones aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto se produzca la fotosíntesis. (Molina & Meléndez, 2002).

En la tabla 2, se detallan algunas tolerancias de concentraciones de fertilizaciones foliares. Aún cuando la fertilización foliar es complementaria, existen condiciones bajo

las cuales la fertilización permite obtener buenos resultados agronómicos. Estas situaciones especiales son aquellas que resultan en limitantes para la nutrición mineral de la planta debido a problemas del sistema radical. La sequía como el exceso o encharcamiento inhibe de forma inmediata la absorción de agua y nutrientes por la planta, siendo la fertilización foliar una alternativa para nutrir a la planta. (Molina & Meléndez, 2002).

Tabla 2. Tolerancia de concentración de nutrientes en aplicaciones foliares.

Nutriente	Fertilizante	Kg/400 L agua (*)
Nitrógeno	Urea	3 – 5
	NH ₄ NO ₃ , (NH ₄) ₂ HPO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄	2 – 3
	NH ₄ Cl, NH ₄ H ₂ PO ₄	2 – 3
Fósforo	H ₃ PO ₄ , otros (ver N)	1,5 – 2,5
Potasio	KNO ₃ , K ₂ SO ₄ , KCl	3 – 5
Calcio	CaCl ₂ , Ca(NO ₃) ₂	3 – 6
Magnesio	MgSO ₄ , Mg(NO ₃) ₂	3 – 12
Hierro	FeSO ₄	2 – 12
Manganeso	MnSO ₄	2 – 3
Zinc	ZnSO ₄	1,5 – 2,5
Boro	Sodio borato	0,25 – 1
Molibdeno	Sodio molibdeno	0,1 – 0,15

Fuente: Tomado de Fageria, et al. 1997 citado por (Molina & Meléndez, 2002).

5. Fertilización foliar exitosa

- Asperjar durante las horas más frías y húmedas del día.
- Asperjar cuando haya poco viento.
- No asperjar si la planta está bajo estrés (sequia, calor intenso, helada).
- Se recomienda hacer una prueba para detectar posibles efectos fito-tóxicos, asperje una pequeña área una semana antes de los tratamientos comerciales.

Después de la aspersión, enjuagar completamente el equipo de aplicación y todas sus partes con jabón y agua limpia. (<http://www.haifa-group.com/>)

6. Propósitos de la fertilización foliar

Algunos de estos propósitos se indican a continuación: corregir las deficiencias nutrimentales, corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la

fertilización común al suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta. (Aguilar & Trinidad, 1999).

7. Factores que influyen en la fertilización foliar

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas. (Kovacs, 1986) citado por (Aguilar & Trinidad, 1999).

Además se debe tomar en cuenta otros parámetros, para mejorar la nutrición de la planta por medio de la fertilización foliar o alimentación foliar:

a. pH de agua de riego

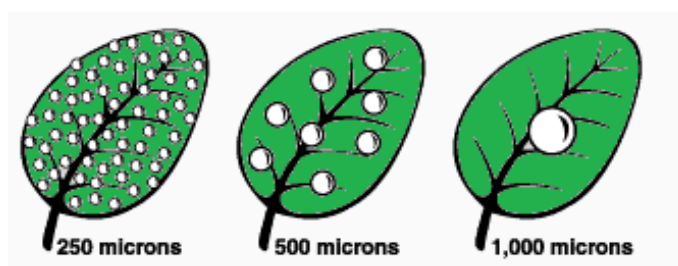
El pH del agua tiene gran influencia en la solubilidad de los productos que se mezclan y en la disponibilidad de los nutrimentos para ser absorbidos por las hojas. Dependiendo de la fuente y del nutrimentos puede existir diferentes requerimientos de pH del agua para una óptima absorción. Sin embargo, para efectos prácticos el pH debería regularse en un ámbito ligeramente ácido que oscile entre 5,5 y 6,5, rango que presenta las mejores condiciones generales para la absorción de nutrimentos. (Molina & Meléndez, 2002).

Generalmente, un pH ácido mejora la penetración de nutrientes a través de las superficies de las hojas. (Sela, s.f).

b. El tamaño de la gota de riego

Considerando que existe poca documentación bibliográfica que indica que tamaño de gota es apropiado para aplicaciones de fertilización foliar, nos apoyamos en referencias que indican que en las aplicaciones de fertilización foliar deben utilizarse gotas finas que proporcionan una buena cobertura. (Molina & Meléndez, 2002).

Las gotas pequeñas llegan más adentro del cultivo, dan una distribución más uniforme, son más económicas las aplicaciones pues el volumen por área a utilizar es menor (Molina & Meléndez, 2002), cubren un área más grande y aumentan la eficiencia de las aplicaciones foliares. (Sela, s.f).



Fuente: (Sela, s.f)

Figura 9. Tamaño de las gotas

c. Uso de surfactantes

Los surfactantes aumentan la retención de la solución de rociado mediante la reducción de la tensión superficial de las gotas. Por lo tanto, contribuyen a una cobertura más uniforme del follaje. (Sela, s.f).



Fuente: (Sela, S.f).

Figura 10. Sin surfactante – Con surfactante

d. Momento de aplicación

El mejor momento para aplicación foliar es temprano en la mañana o al atardecer, cuando los estomas están abiertos. La fertilización foliar no es recomendable cuando la temperatura supera los 80 ° F (27 ° C). (Sela, S.f).

e. Volumen de la solución

El volumen aplicado de la solución tiene un efecto significativo sobre la eficacia de absorción de nutrientes. El volumen de la solución debe ser tal, que sea suficiente para cubrir completamente el follaje de la planta, pero no demasiado alto para que se escurra de las hojas. (Sela, S.f).

En los periodos de mayor desarrollo podrá practicarse una fertilización prácticamente continua, lo que permitirá mantener la concentración de la solución dentro del límite deseable de 2 g/l a la salida de los emisores. En los casos que haya que dilatar las aplicaciones de los fertilizantes habrá que cuidar de que la concentración no supere los 4 g/l. (Domínguez, 1989).

La calidad del agua que se utiliza para la disolución de los fertilizantes es de gran importancia porque tiene influencia en la eficiencia de la aplicación y en optimización de uso del equipo de aspersión. (Molina & Meléndez, 2002).

8. Reglas básicas para hacer mezclas de fertilizantes en agua

- Siempre llene el tanque de mezclado con un 50-75% del agua a utilizar.
- Agregue los fertilizantes líquidos antes de los sólidos.
- Agregue los productos sólidos lentamente.
- No mezcle amoníaco anhidro o agua amoniaca con algún ácido porque se produce una reacción violenta y peligrosa.
- Si utiliza algún ácido, agregue el ácido al agua y no lo contrario.
- No mezcle dos fertilizantes líquidos de alta concentración.
- No es conveniente mezclar productos que contienen sulfatos con otros que contengan calcio. Ejemplos: nitrato de calcio con sulfatos de amonio, potasio o magnesio.
- No mezclar fertilizantes que contienen P con productos que contienen Ca sin antes hacer una prueba de compatibilidad. (Molina & Meléndez, 2002).

B. FERTILIZANTE COMPLETO SOLUBLE PARA APLICACIÓN FOLIAR

Es un fertilizante foliar completamente balanceado 25-16-12 + MACRO + MICROELEMENTOS, adicionado con micronutrientes que estimula el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas. Ayuda a reducir el estrés, a la vez que provee elementos esenciales para el buen funcionamiento de diversos cultivos. (Novagro, s.f).

Los nutrientes secundarios y menores y componentes están quelatados con EDTA para mejor absorción y aprovechamiento de las plantas. La alta solubilidad del producto facilita la toma y translocación de nutrientes por las hojas, con lo cual las plantas incorporan en su metabolismo los elementos esenciales para su buen funcionamiento.

Es aconsejable tomar muestras homogéneas de suelo y de hojas para realizar el análisis químico y conocer el estado nutricional de las plantas y determinar así las deficiencias que se estén presentando en un determinado momento. (Novagro, s.f).

Tabla 3. Composición del fertilizante foliar (25-16-12)

COMPOSICIÓN	ELEMENTO	PORCENTAJE %
Nitrógeno	N	25.00
Fosforo	P ₂ O ₅	16.00
Potasio	K ₂ O	12.00
Boro	B	0.04
Cobre	Cu	0.03
Hierro	Fe	0.25
Manganeso	Mn	0.05
Zinc	Zn	0.18
Magnesio	Mg	0.80
Molibdeno	Mo	0.01
Fitohormonas		200.00 ppm

Elaborado por: Jordán, A. 2016

Preparación de la solución

En un recipiente colocar agua limpia y agregar la cantidad indicada de 25 – 16 – 12 + macro + micronutrientes, agite vigorosamente y complete el resto del agua hasta el volumen recomendado. (Novagro, s.f).

Categoría toxicológica: Ligeramente tóxico.

Compatibilidad

25 – 16 – 12 + macro + micronutrientes es compatible con la mayoría de plaguicidas. Si se tiene duda, se recomienda verificar la compatibilidad física combinando pequeñas cantidades en un recipiente antes de usarlo. (Novagro, s.f).

Ambiente: NO contamine fuentes de agua con sobrantes de la aspersión.

Responsabilidad

El fabricante garantiza que las características físico-químicas del producto corresponden a las anotadas en la etiqueta y que mediante registro oficial de venta, se verificó que es apto para los fines recomendados de acuerdo con las indicaciones de empleo y no se hace responsable por el mal uso del mismo. (Novagro, s.f).

C. CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ASPERSIÓN

1. Pre-calibración

Antes de realizar una calibración del equipo de aspersión se debe considerar cinco factores de vital importancia. Si no se cumplen estos factores la calibración no sería segura y estaríamos perdiendo dinero, tiempo y posible contaminación del operador agrícola, además de comprometer significativamente la producción. Los cinco factores son: (Calle, 2014)

- Agua limpia.
- Limpieza de los 3 filtros del equipo de aspersión.
- Equipo de aspersión sin fugas.
- Buena presión del equipo de aspersión.
- Boquillas con el correcto caudal. (Calle, 2014)

2. Calibración

Para efectos de calibración de un equipo de aspersión, se recomienda utilizar agua (no con agroquímicos). Aun así, utilizando agua debemos prevenir cualquier intoxicación, debido a que los equipos que manejamos siempre están contaminados. (Calle, 2014).

- Identificar el objetivo control.
- Determinar el ancho efectivo de cobertura del operador agrícola.
- Seleccionar un área en donde el suelo esté seco (cemento, tierra, etc.).
- Asperjar balanceando la lanza sólo con el movimiento de muñeca.
- Medir el ancho efectivo de aspersión
- Calcular la distancia que debe recorrer para cubrir 100m (divide 100 para el ancho efectivo)
- Mida la distancia calculada en el área en donde se realizará la aplicación real.
- Llene el equipo de aspersión con 10 litros de agua.
- Realice la aplicación (tome el tiempo)
- Extraer con mucho cuidado el agua sobrante y medir (la diferencia será el consumo).

(Calle, 2014)

D. VIVERO FORESTAL

Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de reforestación. Se definen como sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación. (Domínguez, s.f).

1. Labores culturales en vivero

Son aquellos cuidados indispensables para el buen desarrollo de las actividades del vivero, que incluyen eliminación de malezas y protección contra heladas. (Trujillo, 2002).

a. Sustrato para el trasplante

Es un posible usar una parte de arena más dos de tierra, más, corteza desmenuzada, aserrín, cascarilla de arroz u hojarasca descompuesta para mejorar la textura y volumen y en su preparación se le puede añadir fertilizantes. La elección del sustrato a emplear deberá garantizar la producción de plántulas de la mejor calidad y contemplar las limitaciones del ambiente en el que las plántulas se verán expuestas en campo, puesto que dicho sustrato influye directamente en su vigor, crecimiento y desempeño. (Trujillo, 2002).

b. Trasplante

Cuando las plantas en los germinadores tengan entre 3 y 8 centímetros se procede a trasplantarlas a recipientes (bolsas de polietileno, papel, barro, otras), por ser confiables para la mayoría de las especies. Se sacan una a una y se colocan en el recipiente, siendo indispensable que las raíces queden extendidas hacia abajo, para lo cual en muchos casos es preciso podarlas. (Trujillo, 2002).

El riego después de efectuado el trasplante, se debe hacerse a diario en forma abundante de preferencia en las primeras horas del día o en las ultimas de la tarde. (Trujillo, 2002).

c. Eliminación de malezas

Las malezas o hierbas indeseables, requieren de un especial seguimiento y control en todas las etapas de producción del vivero y tiene mayor influencia en los germinadores. Las dificultades que ocasionan consisten en:

- 1) Compiten con las plántulas del vivero por luz y por los nutrientes del suelo.
- 2) Pueden ser hospederos de hongos o bacterias causantes de enfermedades.
- 3) Dan aspecto antiestético y desaseo general. (Trujillo, 2002).

d. La remoción

Esto se realiza en las plántulas producidas en fundas, hay que removerlas para seleccionarlás por tamaño y sanidad, a la vez aprovechamos para efectuar la poda de raíces y así contribuir a la lignificación de las plántulas. (GAD Chimborazo, 2014).

e. Abonadura y fertilización

Generalmente se realiza luego de que las plántulas, presentan síntomas de deficiencia de nutrientes como caídas y amarillamiento de hojas; aplicando abonos orgánicos y/o fertilizantes, como ejemplo la utilización de bioles. (GAD Chimborazo, 2014).

f. Riego

El riego es una de las actividades más importantes en la producción de plantas. Tiene que ser oportuno, en cantidad suficiente y en horario adecuado. En época de lluvia el riego tiene que realizarse solo cuando el viverista así lo vea conveniente o cuando la lluvia ha sido muy insuficiente. El riego por lluvia es muy estimulante para el desarrollo de las plantas por la calidad del agua y por la forma en que llega. (Trujillo, 2002).

1) Calidad del agua de riego

Deben especial cuidado en la calidad del agua de riego. Se recomienda evitar el uso del agua potable del sistema domiciliario principalmente por su contenido de cloro. (Trujillo, 2002).

Para la producción de plantas el pH no debe exceder de 7.5. Debe evitarse el agua pesada o contaminada. (Trujillo, 2002).

Los mejores resultados se han obtenido con riego de agua de arroyos o agua de lluvia recogida del techo en un depósito. Esta agua se puede distribuir utilizando una manguera, de manera que la fuerza de caída de agua no dañe la plántula, la manguera de riego debe contar con un aspersor que regule la presión de salida del agua. (Trujillo, 2002).

g. Plagas y enfermedades

Tabla 4. Principales plagas y enfermedades del guarango.

PLAGA / ENFERMEDAD	SINTOMAS	CONTROL
Fusarium spp	Amarillamiento, marchitamiento de las plantas, y muerte gradual	Esterilización del sustrato por medio físico o químico
Oídium	Se presenta como ceniza blanca, que cubre las vainas. Impide que alcance su peso y tamaño normal.	Aplicar fungicidas sistemáticos y otros basados en azufre antes de la floración.
Ácaros	Manchas blancas sobre las hojas, que producen defoliación.	Trampas de color amarillo, de melaza, lavado con detergente, y en casos extremos aplicación de pesticidas.
Pulgones	Succionan la savia de los brotes tiernos y ocasionan la caída de yemas y frutos.	Trampas de color amarillo, de melaza, lavado con detergente, y en casos extremos aplicación de pesticidas.
Mosca blanca	Produce secreciones melosas en el envés de las hojas.	Trampas de color amarillo, de melaza, lavado con detergente, y en casos extremos aplicación de pesticidas.

Fuente: Coca, 2009. Vigo & Quiroz, 2006. Nieto & Barona, 2007 citado por (Hidrobo & Nieto, 2011).

E. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL GUARANGO

1. Taxonomía

Reino: Vegetal.

División: Espermatofita.

Clase: Angiosperma.

Orden: Fabales.

Familia: Caesalpinacea.

Género: Caesalpinia.

Especie: spinosa. (Hidrobo & Nieto, 2011) citado por (Allaica, 2015).

2. Generalidades del Guarango

El guarango también conocido como Tara, es una planta que se distribuye entre los 4° Norte y 32° Sur, abarcando diversas zonas áridas, en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia hasta el Norte de Chile, utilizada desde la época prehispánica en la medicina folclórica o popular y en años recientes, como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios. (Huamani, 1994) citado por (Orozco, 2010).

El guarango (*Caesalpinia spinosa*) es una especie nativa de la Región Andina, reconocida ampliamente. Al ser una leguminosa fija nitrógeno del aire y permite recuperar suelos erosionados. Además es una planta forrajera, melífera y su madera es dura, por lo tanto, apta para muchos usos y aplicaciones. Sin embargo, su principal característica comercial y agroindustrial es el contenido de taninos en sus frutos maduros (vainas). (Naevaez, 2009) citado por (Allaica, 2015).

La Tara o Guarango (*Caesalpinia spinosa*), es una planta producida en varias zonas del país, que crece entre los 1000 y 2900 msnm, está presente en el callejón interandino donde se han identificado poblaciones naturales en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Azuay, Loja y Chimborazo. (Inrena, 1997) citado por (Patiño, 2011).

a. Raíz

Presenta una raíz pivotante leñosa. (Barriga, 2008) citado por (Orozco, 2015).

b. Tallo

Según (Tara Export, 2007) citado por (Orozco, 2015). "Señala las siguientes características: Presenta un fuste corto, cilíndrico y a veces tortuoso, y su tronco está provisto de una corteza gris espinosa, con ramillas densamente pobladas, en muchos casos las ramas se inician desde la base dando la impresión de varios tallos".

c. Hojas

Hojas bipinnati-compuestas, paripinnadas, con el raquis ligeramente tomentosos, con 2-3 (-5) pares de pinnas de 6-14 cm de largo y articuladas y a menudo espinosas en el raquis, cada una con 5-8 pares de folíolos sésiles, oblongos o elípticos, de 2,5-4 x 1,5-2 cm, con la base oblicua, el margen entero, y obtusos o emarginados en el ápice; son de textura coriácea, de color verde oscuro y glabros en el haz, y algo más claros, con puntitos y a veces algo puberulentos por el envés, donde la nerviación es más evidente. (www.arbolesornamentales.es).

3. Requerimientos agro-climáticos del guarango

a. Clima

Para su desarrollo óptimo requiere una temperatura que varía entre los 12° a 17°C, sitios con una precipitación de 400 a 600 mm, pero también se encuentra en zonas que presentan desde 200 a 750 mm anual. Es una planta denominada rústica porque resiste la sequía, plagas y enfermedades, y es considerada como una especie bastante plástica. (De La Cruz, 2004) citado por (Orozco, 2010).

Esta especie se desarrolla en un clima cálido a semi-cálido con promedio de 12 a 16°C; temperaturas mínimas de 6 a 8°C, a mayor temperatura mayor es el ritmo de crecimiento de la plantación. (Barriga, 2008) citado por (Orozco, 2010).

b. Suelo

El guarango es una especie poco exigente en cuanto a la calidad del suelo, aceptando suelos pedregosos, degradados y hasta lateríticos, aunque en estas condiciones reporta

una baja producción; sin embargo, se desarrolla en forma óptima y con aporte arbóreo robusto en los suelos de chacra; es decir, suelos francos y francos arenosos, ligeramente ácidos a medianamente alcalinos. (De La Cruz, 2004) citado por (Orozco, 2010).

Esta especie se adapta a toda clase de suelos de texturas: franco, franco arenoso, franco arcilloso, franco arcilloso limoso, arcilloso, calcáreos, suelos superficiales con buen drenaje, ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, alcalinos con presencia de sales (hay que manejar bien el agua en estas condiciones), suelos pesados arcillosos y con pH ácidos, usando en muchas ocasiones suelos marginales para la agricultura. (Barriga, 2008) citado por (Orozco, 2010).

c. Agua

En condiciones naturales esta especie requiere de (250mm)- 400mm a 110mm de lluvia. Los requerimientos en plantaciones de 4000/5000 a 6000m³/ha/año, proveniente de lluvia y/o de riego es de 1,5 lt/ planta/día o 548 lt/año/planta. Cuanto más agua mejor, pero el exceso de agua afecta a la producción de taninos. (Barriga, 2008) citado por (Orozco, 2010).

d. Humedad relativa

En condiciones naturales esta especie requiere una humedad relativa igual a 70%. (De La Cruz, 2004) citado por (Orozco, 2010).

El guarango necesita un rango de temperatura entre el día y la noche/verano e invierno y/o alta humedad atmosférica. (Barriga, 2008) citado por (Orozco, 2010).

e. Altitud

Existe una distribución natural de especie desde los 500 a 3200msnm; pero existen plantaciones desde los 500 a 2800msnm, la mayor concentración de bosques y mayor producción se da por debajo de los 2800msnm. (Barriga, 2008) citado por (Orozco, 2010).

El guarango es una especie adaptada a los ecosistemas de Bosque seco, o Bosque espinoso, con buena tolerancia a sequías; sin embargo, es sensible a fríos intensos y al exceso de humedad ambiental. (Hidrobo y Nieto, 2011).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización

El lugar de la investigación se encuentra ubicado a 5 km al Noroeste de Ambato, en los viveros del Consejo Provincial de Tungurahua en el sector de Catiglata, parroquia La Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Como se muestra en el anexo 2.

2. Ubicación Geográfica

Datos obtenidos por medio de un GPS:

Coordenadas: UTM 17 SUR

Datum: WGS 84

Y: 9862976

X: 765808

3. Clima

Según el INAMHI (2015), con datos tomados en la estación meteorológica de Querochaca (UTA) en el 2012 se registraron los siguientes datos:

Temperatura media anual de 18,7°C

Precipitación media anual de 549,5 mm,

Humedad relativa de 75%

4. Zona de vida

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el vivero en el que se realizó la investigación se encuentra en un Bosque Montano Bajo (Templado Cálido).

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Material genético

Plantas de guarango.

2. Materiales de campo

Libreta de campo, lápiz, pala, carretilla, fundas, bomba de fumigar manual, regla, calibrador digital (pie de rey), piola, estacas, letreros de identificación, fertilizante completo soluble para aplicación foliar 25-16-12 + macro + micronutrientes.

3. Materiales de oficina

Computadora, impresora, cámara digital, GPS.

C. METODOLOGÍA

1. Factores en estudio

a. Factor A: Dosis de fertilización

2 gramos/litro	A1
4 gramos/litro	A2
6 gramos/litro	A3

b. Factor B: Frecuencias de aplicación

7 días	B1
14 días	B2
21 días	B3

2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio serán 10, resultando de la combinación de los factores dosis de fertilización (A) y frecuencias de aplicación (B), con tres repeticiones por cada tratamiento y un testigo, esto se representa en la tabla 5.

Tabla 5. Especificación de tratamientos en estudio

N. T	CODIGO	DESCRIPCION
T1	A1B1	2 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 7 días.
T2	A1B2	2 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 14 días.
T3	A1B3	2 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 21 días.
T4	A2B1	4 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 7 días.
T5	A2B2	4 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 14 días.
T6	A2B3	4 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 21 días.
T7	A3B1	6 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 7 días.
T8	A3B2	6 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 14 días.
T9	A3B3	6 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 21 días.
T10	Testigo	1,87 gramos de fertilizante 25 - 16 - 12 / 1 litro de agua cada 30 días.

Elaborado por: Jordán, A. 2016

3. Especificaciones del campo experimental

a. Número de tratamientos

Al evaluar tres dosis de fertilización y tres frecuencias de aplicación (diseño bifactorial), obtuvimos nueve tratamientos en estudio, más un testigo, en el cual tomamos en cuenta la dosis normal de fertilizante aplicada a las plantas con la frecuencia habitual de acuerdo al criterio de los viveristas. Número de tratamientos = $9 + 1$

b. Número de repeticiones: Se realizó tres repeticiones.

c. Número total de unidades experimentales: El número U.E. fue de 30.

d. Número de plantas por tratamiento: Las plantas por tratamiento fue de 30.

e. Número de plantas evaluadas por tratamiento

De cada tratamiento se evaluarán 12 plantas, ya que en la investigación se considera el efecto borde, en la que no se toma en cuenta para las mediciones las plantas de los extremos, solo las del interior, para las mediciones directas en el campo se considerará (la altura de la planta, el diámetro del tallo y el número de sus ramificaciones).

f. Número total de plantas a evaluar: El número de plantas evaluadas fue de 360.

g. Parcela.

Forma	Rectangular
Largo de la parcela	9m
Ancho de la parcela	4m
Camino entre repeticiones	70 cm
Camino entre tratamientos	20 cm

4. Análisis estadístico

a. Tipo de diseño

Se realizó un diseño completamente al azar en arreglo bifactorial más un testigo técnico con tres repeticiones. Como se lo observa en el anexo 1.

b. Esquema del análisis de varianza

Tabla 6. ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN (F.V)	FÓRMULAS	GRADOS DE LIBEERTAD (G.L)
TOTAL	$n - 1$	29
REPETICIONES	$(r - 1)$	2
TRATAMIENTOS	$(t - 1)$	9
FACTOR DOSIS	$(a - 1)$	2
CO 1 (A1 Vs A2, A3)	$2 - 1$	1
CO 2 (A2 Vs A3)	$2 - 1$	1
FACTOR FRECUENCIAS	$(b - 1)$	2
DOSIS POR FRECUENCIAS	$(a - 1) (b - 1)$	4
TESTIGO Vs RESTO	$2 - 1$	1
ERROR	$(t - 1) (r - 1)$	18

Elaborado por: Jordán, A. 2016

5. Análisis funcional

- Se determinó el coeficiente de variación.
- Se realizó la separación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5%.

D. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRARSE.

Para cumplir con los objetivos planteados se procedió a realizar las siguientes actividades y toma de registro de datos.

Al momento de la selección de las plantas e instalación de las mismas se procedió a fertilizarlas cada 7, 14 y 21 días.

1. Altura de la planta.

Se midió la altura de las plantas desde la base hasta el ápice de la planta con una regla en cm a los 30, 60, 90 y 120 días una vez implementada la investigación para la aplicación foliar.

2. Diámetro del tallo.

Se midió el diámetro de las plantas con la ayuda de un calibrador digital a los 30, 60, 90 y 120 días una vez implementada la investigación para la aplicación foliar.

3. Número de hojas por planta.

Se contabilizó el número de hojas de las plantas a los 30, 60, 90 y 120 días una vez implementada la investigación para la aplicación foliar.

E. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

1. Análisis del sustrato

Se tomó una muestra del sustrato que se localiza en el vivero del Consejo Provincial, el mismo que fue sometido a un análisis en el laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH.

2. Trasplante

Se utilizó plantas homogéneas de guarango y el sustrato que se encontraban en el vivero. El trasplante de las plantas de guarango, se realizó de las fundas de polietileno

de 15x10 cm, a las fundas de polietileno de 16x13cm. Lo cual facilitó el desarrollo radicular y una mejor asimilación de los nutrientes que contribuye al crecimiento de las mismas.

3. Establecimiento de los grupos de investigación

Una vez trasplantadas las plantas de guarango, se procedió a realizar la limpieza y nivelación de la parcela en la que se colocaron los grupos de plantas para la investigación.

4. Identificación de los tratamientos y rotulación

Establecidos los grupos de plantas, se pasó a realizar el sorteo de los tratamientos a aplicar con sus repeticiones. Y seguido de ello se colocó los letreros de acuerdo al sorteo realizado.

5. Riego

Los riegos se realizaron considerando los días lunes, miércoles y viernes. Tomando en cuenta que se lo realizaba en las primeras horas de la mañana.

6. Fertilización

Se la realizó por medio de una bomba manual de capacidad de 1 litro la cual se llenó de una mezcla de agua con el fertilizante de acuerdo a las dosis y periodos de frecuencia, colocando un cartón alrededor del grupo de planta a fertilizar para evitar la interacción de este con los grupos de su alrededor y teniendo la protección adecuada.

7. Deshierbe

Se efectuó de forma manual, para no causar daños, y evitando así la competencia de nutrientes y espacio de la maleza con las plantas. Esto se realizó cada 15 días.

8. Toma de datos en campo

Se tomaron los datos de cada uno de los grupos de plantas de los tratamientos identificados, teniendo en cuenta solo a las 12 plantas seleccionadas para la investigación. De los cuales se obtuvieron la altura, diámetro y número de hojas, al momento que estuvo establecida la investigación y a los 30, 60, 90, 120 días de haber empezado la fertilización foliar.

V. RESULTADOS

A. ALTURA DE PLANTAS

1. Altura de plantas con aplicación del fertilizante foliar a los 30 días

Cuadro 1. Análisis de varianza para la altura de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	33,62					
Repeticiones	2	10,09	5,04	5,97	3,55	5,09	
Tratamiento	9	8,33	0,93	1,10	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	2,14	1,07	1,26	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	2,01	2,01	2,38	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,13	0,13	0,15	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	2,54	1,27	1,50	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	2,00	0,50	0,59	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	1,65	1,65	1,96	4,41	4,58	Ns
Error	18	15,20	0,84				
CV %			9,37				
Media			9,80				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 1), del Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 30 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores.

Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 9,37%

La altura de las plantas de guarango a los 30 días presenta una media de 9,80 cm.

2. Altura de plantas con aplicación del fertilizante foliar a los 60 días

Cuadro 2. Análisis de varianza para la altura de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	34,65					
Repeticiones	2	5,47	2,73	3,00	3,55	5,09	
Tratamiento	9	12,78	1,42	1,56	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	3,44	1,72	1,89	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	3,34	3,34	3,66	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,11	0,11	0,12	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	4,07	2,03	2,23	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	1,65	0,41	0,45	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	3,62	3,62	3,97	4,41	4,58	Ns
Error	18	16,41	0,91				
CV %			8,64				
Media			11,05				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 2), del Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 60 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores.

Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 8,64%

La altura de las plantas de guarango a los 60 días presenta una media de 11,05 cm.

3. Altura de plantas con aplicación del fertilizante foliar a los 90 días

Cuadro 3. Análisis de varianza para la altura de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 90 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	78,51					
Repeticiones	2	10,78	5,39	2,09	3,55	5,09	
Tratamiento	9	21,29	2,37	0,92	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	2,61	1,30	0,51	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	1,94	1,94	0,75	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,67	0,67	0,26	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	11,93	5,96	2,31	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	6,48	1,62	0,63	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	0,28	0,28	0,11	4,41	4,58	Ns
Error	18	46,43	2,58				
CV %			11,61				
Media			13,84				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 3), del Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 90 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores.

Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 11,61%

La altura de las plantas de guarango a los 90 días presenta una media de 13,84 cm.

4. Altura de plantas con aplicación del fertilizante foliar a los 120 días

Cuadro 4. Análisis de varianza para la altura de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 120 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	170,56					
Repeticiones	2	14,73	7,37	1,43	3,55	5,09	
Tratamiento	9	63,35	7,04	1,37	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	2,76	1,38	0,27	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	2,73	2,73	0,53	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,03	0,03	0,01	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	34,11	17,06	3,32	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	9,03	2,26	0,44	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	17,45	17,45	3,40	4,41	4,58	Ns
Error	18	92,47	5,14				
CV %			13,11				
Media			17,29				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 4), del Análisis de varianza para la altura de las plantas a los 120 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores,

Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 13,11%

La altura de las plantas de guarango a los 120 días presenta una media de 17,29 cm.

B. DIÁMETRO DE TALLOS

1. Diámetro de tallos con aplicación del fertilizante foliar a los 30 días

Cuadro 5. Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	2,05					
Repeticiones	2	0,59	0,29	4,72	3,55	5,09	
Tratamiento	9	0,34	0,04	0,61	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	0,01	0,00	0,06	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	0,00	0,00	0,03	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,00	0,00	0,08	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	0,22	0,11	1,77	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	0,10	0,02	0,40	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	0,02	0,02	0,27	4,41	4,58	Ns
Error	18	1,12	0,06				
CV %			6,04				
Media			4,12				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 5), del Análisis de varianza para el diámetro del tallo de las plantas a los 30 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores.

Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 6,04%

El diámetro de las plantas de guarango a los 30 días presenta una media de 4,12 mm.

2. Diámetro de tallos con aplicación del fertilizante foliar a los 60 días

Cuadro 6. Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	2,01					
Repeticiones	2	0,21	0,10	1,52	3,55	5,09	
Tratamiento	9	0,58	0,06	0,96	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	0,20	0,10	1,48	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	0,00	0,00	0,02	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,20	0,20	2,93	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	0,17	0,08	1,24	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	0,13	0,03	0,49	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	0,08	0,08	1,24	4,41	4,58	Ns
Error	18	1,22	0,07				
CV %			5,49				
Media			4,74				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 6), del Análisis de varianza para el diámetro del tallo de las plantas a los 60 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores.

Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 5,49%

El diámetro de las plantas de guarango a los 60 días presenta una media de 4,74 mm.

3. Diámetro de tallos con aplicación del fertilizante foliar a los 90 días

Cuadro 7. Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 90 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	2,75					
Repeticiones	2	0,08	0,04	0,36	3,55	5,09	
Tratamiento	9	0,74	0,08	0,77	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	0,19	0,09	0,88	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	0,07	0,07	0,64	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,12	0,12	1,12	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	0,19	0,10	0,90	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	0,29	0,07	0,67	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	0,07	0,07	0,67	4,41	4,58	Ns
Error	18	1,93	0,11				
CV %			6,21				
Media			5,27				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 7), del Análisis de varianza para el diámetro del tallo de las plantas a los 90 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores.

Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 6,21%

El diámetro de las plantas de guarango a los 90 días presenta una media de 5,27 mm.

4. Diámetro de tallos con aplicación del fertilizante foliar a los 120 días

Cuadro 8. Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 120 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	3,10					
Repeticiones	2	0,36	0,18	1,49	3,55	5,09	
Tratamiento	9	0,59	0,07	0,55	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	0,25	0,12	1,03	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	0,21	0,21	1,73	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,04	0,04	0,34	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	0,19	0,09	0,78	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	0,13	0,03	0,27	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	0,03	0,03	0,22	4,41	4,58	Ns
Error	18	2,15	0,12				
CV %			5,96				
Media			5,81				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 8), del Análisis de varianza para el diámetro del tallo de las plantas a los 120 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores.

Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 5,96%

El diámetro de las plantas de guarango a los 120 días presenta una media de 5,81 mm.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN ALTURA Y DIÁMETRO

Considerando que los requerimientos de las condiciones climáticas para la especie en estudio (Orozco, 2010) de: temperatura de 12 – 17 °C y humedad relativa de 70%. La variación climática presente en la zona durante la investigación registró datos que superan a los referidos en el marco teórico como: la radiación intensa presente durante el día con una temperatura media de 19,64 °C; precipitación media de 1,69 mm; velocidad media de los vientos 1,42 km/h; y una humedad relativa de 64,96% (Red Hidrológica Tungurahua, 2017). Esto impidió la absorción de los nutrientes del fertilizante foliar por parte de las plantas ya que conforme aumenta la temperatura ambiental se produce una disminución en la humedad relativa como se muestra en el anexo 28, provocando el secado de la solución nutritiva aplicada en la superficie de la hoja, una disminución en la permeabilidad de la membrana y un aumento en el grosor de la cutícula, prologando así los tiempos de asimilación de cada uno de los elementos. Parámetros que inciden en la variable altura al término de la investigación, que no presento diferencias significativas en ninguno de los datos registrados como se observa en los anexos 3, 4, 5, 6, 7. Coincidiendo con lo expuesto por (Molina, Meléndez. 2002) que mencionan que la penetración de nutrimentos a través de la hoja es afectada por factores externos tales como temperatura, luz solar, humedad relativa, precipitación y viento. Así como también, por factores internos como la actividad metabólica. El grosor de la capa cuticular varía enormemente entre especies de plantas y es también afectado por factores ambientales, tal es el caso de comparar plantas que crecen a la sombra con aquellas a plena luz.

Entre estos uno de los principales nutrientes el fósforo que necesita un tiempo de 5 a 10 días para ser absorbido en un 50% por parte de las hojas, siendo este el encargado de estimular principalmente el desarrollo del sistema radicular, lo que contribuye al crecimiento en diámetro del tallo de las plantas, Parámetros que inciden en la variable diámetro al término de la investigación, que no presento diferencias significativas en ninguno de los datos registrados en los anexos 8, 9, 10, 11, 12. Al igual que la escases de las precipitaciones y con esto la falta de un clima apropiado para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas, esto concuerda con lo expuesto por (Lisi et al. 2008, Rossato. 2009 citado por Pineda, Valdez, Pérez y Dávalos, 2015) quienes mencionan que la falta de estas dos factores ambientales interviene en el bajo

crecimiento en el diámetro del tallo de la planta. Además de no haberle proporcionado una fertilización inicial en el vivero después del repique ya que las fertilizaciones en la especie a nivel de vivero comenzaron con el inicio de la investigación, esto provocó una deficiencia en el crecimiento del mismo, corroborado por (Barnett y Brissette, 1986 citado por Prieto, 2004) donde aseveran que retardar la fertilización inicial afecta al crecimiento en diámetro de las plantas.

C. NÚMERO DE HOJAS

1. Número de hojas con aplicación del fertilizante foliar a los 30 días

Cuadro 9. Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	23,97					
Repeticiones	2	1,31	0,65	0,82	3,55	5,09	
Tratamiento	9	8,29	0,92	1,15	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	3,10	1,55	1,94	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	2,16	2,16	2,70	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,95	0,95	1,19	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	1,98	0,99	1,24	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	1,06	0,26	0,33	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	2,14	2,14	2,68	4,41	4,58	Ns
Error	18	14,37	0,80				
CV %			10,27				
Media			8,70				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 9), del Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas a los 30 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores. Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 10,27%

El número de hojas en las plantas de guarango a los 30 días presenta una media de 8,70 hojas.

2. Número de hojas con aplicación del fertilizante foliar a los 60 días

Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	15,76					
Repeticiones	2	2,40	1,20	2,70	3,55	5,09	
Tratamiento	9	5,38	0,60	1,35	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	0,85	0,43	0,96	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	0,01	0,01	0,01	4,41	4,58	Ns
A2 vs A3	1	0,85	0,85	1,91	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	2,29	1,15	2,59	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	0,70	0,17	0,39	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	1,53	1,53	3,45	4,41	4,58	Ns
Error	18	7,98	0,44				
CV %			6,23				
Media			10,68				

Ns: No significativo

Mediante el (Cuadro 10), del Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas a los 60 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, no presenta significancia para ninguno de los factores. Por lo que no se procede a realizar la separación de medias.

El coeficiente de variación es de 6,23%

El número de hojas en las plantas de guarango a los 60 días presenta una media de 10,68 hojas.

3. Número de hojas con aplicación del fertilizante foliar a los 90 días

Cuadro 11. Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 90 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	Gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	43,49					
Repeticiones	2	1,00	0,50	0,41	3,55	5,09	
Tratamiento	9	20,62	2,29	1,89	2,46	6,01	Ns
Dosis (A)	2	6,82	3,41	2,81	3,55	5,09	Ns
A1 vs A2A3	1	6,80	6,80	5,60	4,41	4,58	**
A2 vs A3	1	0,02	0,02	0,02	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	1,66	0,83	0,68	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	11,86	2,97	2,44	2,93	6,01	Ns
Ts vs Resto	1	0,28	0,28	0,23	4,41	4,58	Ns
Error	18	21,87	1,21				
CV %			8,60				
Media			12,82				

Ns: No significativo; **: Altamente significativo.

En el Análisis de varianza (Cuadro 11) para el número de hojas en las plantas a los 90 de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, se observa valores altamente significativos para el factor dosis en la comparación (A1 vs A2A3).

Por lo que se procede a realizar la separación de medias según Tukey al 5%.

El coeficiente de variación es de 8,60%

El número de hojas en las plantas de guarango a los 90 días presenta una media de 12,82 hojas.

Cuadro 12. Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de hojas en plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 90 días de iniciado la investigación.

Dosis (A)	Media	Rango
A3	13,24	a
A2	13,17	a
A1	12,14	a

Realizada la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 12), el factor A (dosis del fertilizante) actúan de manera independiente presentando un solo rango de significancia (a), siendo la mejor la dosis alta 6 gramos de fertilizante en 1 litro de agua (A3) con una media de 13.24 hojas, con la cual se aprecia un crecimiento en el componente vegetativo de la planta, en comparación a las demás dosis aplicadas.

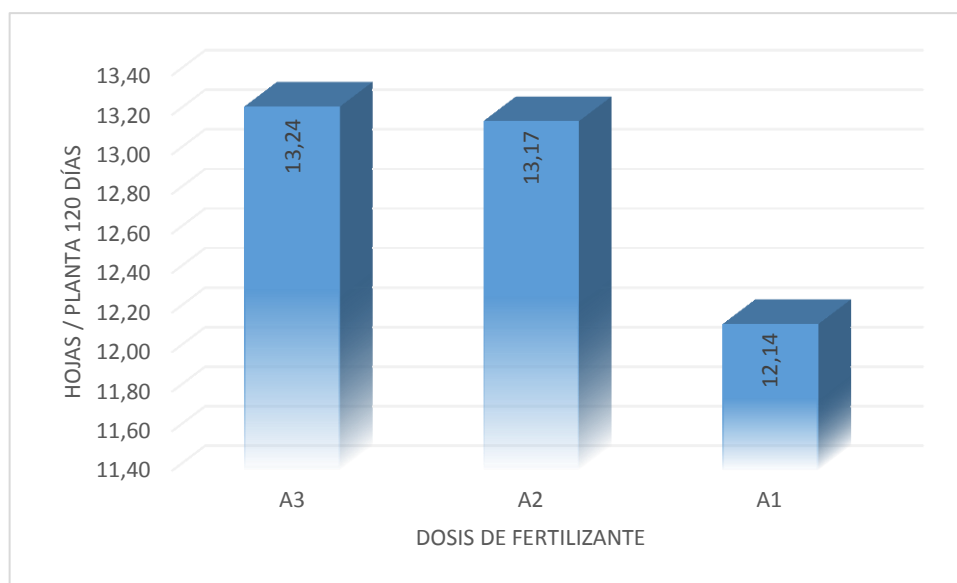


Gráfico 1. Comparación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas en el factor A (dosis del fertilizante) a los 90 días.

Se determinó (Gráfico 1) que las plantas al ser fertilizadas con una dosis alta (A3), muestran mayor tendencia a incremento del material vegetativo (número de hojas) con una media de 13,24 hojas con respecto a las otras dosis. Comprobando así lo citado por (Edifarm & Cía. 2006) que menciona que el fertilizante foliar de composición 25%N – 16%P – 12%K, es un estimulante especial para ayudar al crecimiento de la planta viéndose sus resultados reflejados en el incremento foliar y el rendimiento del mismo.

4. Número de hojas con aplicación del fertilizante foliar a los 120 días

Cuadro 13. Análisis de varianza para el número de hojas en las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 120 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar.

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher			Significancia
				Cal	0,05	0,01	
Total	29	53,28					
Repeticiones	2	12,33	6,17	11,42	3,55	5,09	
Tratamiento	9	31,24	3,47	6,43	2,46	6,01	**
Dosis (A)	2	14,45	7,23	13,38	3,55	5,09	**
A1 vs A2A3	1	14,43	14,43	26,73	4,41	4,58	**
A2 vs A3	1	0,02	0,02	0,04	4,41	4,58	Ns
Frecuencias (B)	2	3,72	1,86	3,44	3,55	5,09	Ns
Int. AB	4	11,48	2,87	5,32	2,93	6,01	*
Ts vs Resto	1	1,58	1,58	2,93	4,41	4,58	Ns
Error	18	9,72	0,54				
CV %			5,31				
Media			13,83				

Ns: No significativo; *: Significativo; **: Altamente significativo

En el Análisis de varianza (Cuadro 13) para el número de hojas en las plantas a los 120 días de iniciado la aplicación del fertilizante foliar, se observa valores altamente significativos para tratamientos, el factor dosis (A) y en la comparación (D1 vs D2D3) de la misma, también se muestra diferencia significativa para la interacción (dosis por frecuencias). Por lo que se procede a realizar la separación de medias según Tukey al 5%.

El coeficiente de variación es de 5,31%

El número de hojas en las plantas de guarango a los 120 días presenta una media de 13,83 hojas.

Cuadro 14. Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de hojas en plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 120 días de iniciado la investigación.

Dosis (A)	Media	Rango
A2	14,45	a
A3	14,39	a
A1	12,87	b

Realizada la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 14), para el número de hojas de la planta en función de las dosis del fertilizante a los 120 días de iniciada la aplicación, presenta dos rangos de significancia, en el rango (a) con el mejor resultado la dosis media (A2) con una media de 14,45 hojas y en el rango (b) la dosis baja (A1) que presenta una media de 12,87 hojas siendo este el resultado más bajo.

Cuadro 15. Separación de medias de Tukey al 5% para los tratamientos en el número de hojas en plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 120 días de iniciado la investigación.

Tratamiento	Media	Rango
A2B1	15,86	a
A3B2	15,39	ab
A3B1	14,33	abc
A2B2	13,92	abc
A2B3	13,58	bc
A3B3	13,44	bc
A1B3	13,17	c
A1B2	12,81	c
A1B1	12,64	c

Realizada la prueba de Tukey al 5% (Cuadro 15), para el número de hojas en la planta en función a los tratamientos a los 120 días de iniciada la aplicación, presenta cinco rangos de significancia, en el rango (a) con el mejor resultados el tratamiento que consiste en 4gL^{-1} cada siete días (A2B1) con una media de 15,86 hojas, mientras que en el último rango (c) se encuentra el tratamiento que consiste en 2gL^{-1} cada siete días (A1B1) con una media de 12,64 hojas.

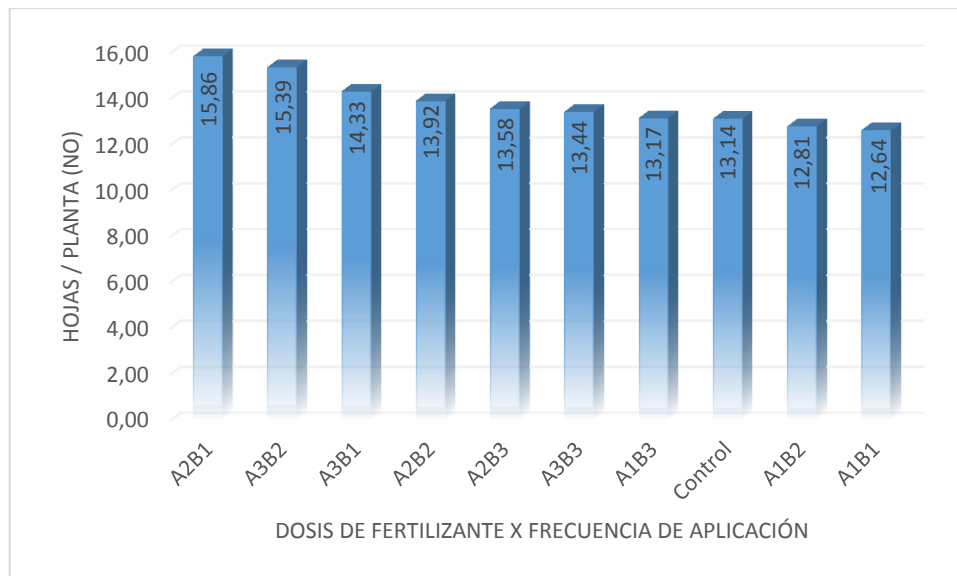


Gráfico 2. Comparación de medias según Tukey al 5% para el número de hojas de acuerdo a los tratamientos aplicados (dosis del fertilizante x frecuencia de aplicación) a los 120 días.

Se determinó (Gráfico 2) que las plantas al ser sometida a una fertilización con una dosis media y a una frecuencia constante correspondiente al tratamiento aplicado que consta de 4gL^{-1} cada siete días (A2B1), muestran mayor tendencia al incremento en número de hojas (material vegetativo) con una media de 15,86 hojas con respecto a los demás tratamientos. Comprobando así lo citado por (Edifarm & Cía, 2006). que menciona que el fertilizante foliar de composición 25%N – 16%P – 12%K, es un estimulante especial para ayudar al crecimiento de la planta viéndose sus resultados reflejados en el incremento foliar y el rendimiento del mismo.

Los resultados expresados anteriormente (Tabla 21), se ratifican mediante lo expuesto por (Alarcón. 1999 citado por Hidalgo. 2016) quienes experimentó a nivel de vivero la relación NPK para investigar procesos de desarrollo vegetativo (incremento foliar), quien tuvo resultados al combinar estos nutrientes, produciendo un aumento de la energía radiante de la planta debido a los contenido de nitrógeno, provocando un incremento de la parte aérea, teniendo similitud con el tipo de fertilizante foliar aplicado en la presente investigación.

Los resultados obtenidos en esta investigación, no se pueden discutir o comparar con otros resultados ya que este tipo de investigación en la especie de guarango no se la ha realizado anteriormente. Encontrando investigaciones en la especie solo en los temas

como obtención de harinas, taninos, resinas y otros sub productos, el establecimiento de plantaciones, plagas y enfermedades en la especie, así como el fin comercial y ambiental de la misma.

Lo cual no ayuda a comparar con los resultados obtenidos en esta investigación ya que son temas diferentes. Esta información ha sido corroborada realizando la consulta en el repositorio de la ESPOCH así como en otras Universidad del país que tienen entre sus carreras la de Ing. Forestal, y en investigaciones realizadas en países como Perú, Bolivia, Chile y España.

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos al cabo de la fertilización en la investigación podemos concluir lo siguiente:

1. La dosis apropiada para el crecimiento de las plantas de guarango consiste en aplicar 6 gramos del fertilizante 25 – 16 – 12 por litro de agua, el cual influyó en el número de hojas a los 90 días, así como los 4 gramos del fertilizante 25 – 16 – 12 por litro de agua, el cual influyó en el número de hojas a los 120 días.
2. La frecuencia apropiada de aplicación del fertilizante foliar 25 – 16 – 12 es de, cada 7 días.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para obtener un buen crecimiento foliar, en diámetro y altura en la especie de guarango, se recomienda aplicar 4 gramos del fertilizante 25 – 16 – 12 por litro de agua con una frecuencia de 7 días.
2. Realizar estudios similares en la especie, bajo las mismas condiciones experimentales, tomando en cuenta el tiempo de aplicación ya sea entre las (07 – 08 horas) en la mañana o a su vez entre las (16 – 18 horas) por la tarde.
3. Desarrollar estudios en la especie bajo condiciones de fertilización edáfica por medio de soluciones nutritivas, ya que la fertilización foliar como complementaria no muestra influencia en la especie más que solo en el crecimiento foliar (número de hojas).
4. Valorar el efecto de acuerdo al tamaño de la funda de polietileno y cantidad de sustrato empleado, bajo las condiciones de fertilización edáfica.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar el efecto de la aplicación del fertilizante foliar 25 – 16 – 12 en el crecimiento de plantas de *Caesalpinia spinosa* (Guarango) en el vivero de Catiglata, parroquia La Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Ayudándonos de plantas de guarango y un fertilizante foliar completo de constitución: 25%N, 16%P y 12%K del cual se utilizó 3 dosis de fertilizante foliar (2, 4 y 6 gramos) con una frecuencia de aplicación a los (7, 14 y 21 días) el mismo que al combinarse produjeron un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo bifactorial con 9 tratamientos más un testigo técnico y 3 repeticiones, 30 plantas por tratamiento y 12 plantas evaluadas por cada uno. Evaluando las siguientes variables: altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas por planta a los 30, 60, 90, y 120 días. Obteniendo resultados no significativos para las variables altura de la planta y diámetro del tallo en ninguno de los periodos de toma de datos, por el contrario teniendo resultados altamente significativos en la variable estudiada número de hojas a los 90 días al aplicar la dosis alta (6 gramos de fertilizante por 1 litro de agua) con una media de 13,24 hojas por planta, al igual que resultados altamente significativos a los 120 días con el tratamiento A2B1 (4 gramos de fertilizante por 1 litro de agua aplicado cada 7 días) con una media de 15,86 hojas por planta. Se concluye que la aplicación del fertilizante foliar influyó en el incremento del número de hojas por planta de guarango (crecimiento foliar), siendo este favorecedor al contribuir en el crecimiento en diámetro y altura de la misma.

Palabras clave: fertilizante foliar – plantas de guarango – especie forestal nativa.



IX. ABSTRACT

The present research proposes: to evaluate the effect of 25 – 16 – 12 application with foliar fertilizer in the growth of *Caesalpinia spinosa* (Guarango), plants at the Catiglata nursery, from La Peninsula Parish, in Ambato Canton from Tungurahua Province. Helping us with Guarango plants and a complete foliar fertilizer with 25% N, 16% P, and 12% K, of which 3 doses of foliar fertilizer were used (2, 4 and 6 grams), with a frequency of application to (7, 14 and 21 days); the same one that, on having got together, there produced an experimental desing of finished blocks at random with bifactorial arrangement, with 9 more treatments, a technical witness and 3 repetitions, so 30 plants for treatment and 12 plants evaluated by each one. The following variables were evaluated: height of plant, diameter of stem and number of leaves per plant in 30, 60, 90 and 120 days. Thus, getting non-significant results for the variables: height plant and stem diameter in none of periods from data taking, by contract taking highly significant results in the studied variable, number of leaves to the 90 days, when applying the high dose (6 grams of fertilizer per 1 liter of water) with an average of 13,24 leaves per plant, as well as highly significant results to the 120 days with A2B1 treatment (4 grams of fertilizer per 1 liter of water being applied every 7 days) with an average of 15,86 leaves per plant. It is concluded that, the application of foliar fertilizer increase the number of leaves per plant of Guarango (foliar growth), this being positive in the diameter growth and height of the plant.

Key Words: foliar fertilizer – Guarango plants – native forest species.



X. BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar Manjarrez, D & Trinidad Santos, A. (1999). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. Terra Latinoamericana, 17(3). Fecha de consulta: 25 de octubre del 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317309>
2. Allaica, N. (2015). *Comparación del efecto cicatrizante de tinturas elaboradas a base de guarango (Caesalpinia spinosa) y sangre de drago (Croton lechleri) aplicados en ratones (Mus musculus)*. (Tesis de grado. Bioquímico Farmacéutico). Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4009>
3. Bonsaisur, (2011). *Mecanismos de absorción foliar*. Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2016. Disponible en <http://bonsaisur.mejorforo.net/t4376-mecanismos-de-absorcion-foliar>
4. Calle, A. (2014). *Manual de calibración de equipos de aspersión. Realiza una aplicación segura y eficiente, cuida tu inversión y tu producción*. Agrobizsa. Guayaquil – Ecuador. Fecha de consulta: 15 noviembre del 2016. Disponible en: http://www.academia.edu/8321356/Manual_de_Calibraci%C3%B3n_de_Equipos_de_Apersi%C3%B3n
5. Cardoso, P. (2014). *Fertilización con N, P, K, al componente arbóreo del sistema agroforestal en tres localidades de la parroquia Juan de Velasco, cantón Colta, provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3594>
6. Dominguez Velasquez, H (Editor). (s.f). *Viveros forestales*. Fecha de consulta: 17 de octubre del 2016. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/72108159/VIVEROS-FORESTALES>
7. Domínguez, A. (1989). *Fertilizantes: características y utilización*. Tratado de

Fertilización. (2da ed.). Madrid – España. pp 180, 248.

8. Fernández, V., Sotiropoulos, T & Brown, P. (2015). *Fertilización foliar: principios científicos y práctica de campo*. Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2016.
Disponble en: http://www.guiaverde.com/files/company/03032016122136_libro_2015_foliar_fertilizers_spanish_def.pdf
9. Foroactivo (2015). *Tiempo de absorción de los nutrientes*. Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2016. Disponible en <http://www.forodelolivar.es/t283-tiempo-de-absorcion-de-los-nutrientes>
10. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. (2014). *Manejo de viveros forestales*. Fecha de consulta: 17 de octubre del 2016.
Disponble en: https://www.jica.go.jp/project/ecuador/001/materials/ku57pq000011cym2-att/seedbed_management_guide.pdf
11. Hidalgo, J. (2016). *Evaluación de soluciones nutritivas y frecuencias de aplicación en el crecimiento de plántulas de Oreopanax ecuadorensis Seem (Pumamaqui) en la parroquia Ulba, cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Fecha de consulta: 01 de junio del 2017.
Disponble en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4883#sthash.CPIOopHe.dpuf>
12. Hidrobo, G & Nieto, C. (2011). *La cadena agro-productiva del guarango (Caesalpinia spinosa Kuntze), elementos que resaltan su competitividad*. (Proyectos de investigación científica. Fomento agropecuario y desarrollo productivo). Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2016. Disponible en: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/137>
13. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). *Anuario meteorológico*.

Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2016. Disponible en:
<http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>

14. Melgar, R. (2015). *Aplicación foliar de nutrientes*. INTA EEA Pergamino. Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2016. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Aplicacion%20Foliar%20de%20Micronutrientes.asp>
15. Molina, E & Meléndez, G. (Editores). (2002). *Fertilización foliar: principios y aplicaciones*. pp 12, 13, 14, 24, 25, 26, 36, 42, 43, 47, 70, 82. Fecha de consulta: 5 de noviembre del 2016. Disponible en: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39390677/librosagronomicos.blogspot.mx-Memoria_Curso_Fertilizacion_Foliar.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1478392677&Signature=jVuswSVa3%2Bq0HGst70qWUjDnTfs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMemoria_Curso_Fertilizacion_Foliar.pdf#page=85
16. Murillo Castillo, R., Piedra Marín, G & León, R. (2013). *Absorción de nutrientes a través de la hoja*. Uniciencia, 27(1). Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2016. Disponible en <file:///C:/Users/PC/Downloads/Dialnet-AbsorcionDeNutrientesATravesDeLaHoja-4945327.pdf>
17. Novagro. (s.f). *Fertilizante completo soluble para aplicación foliar. 25 – 16 – 12 + macro + microelementos*. Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2016. Disponible en: www.novagro.es
18. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) & Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA). (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Fecha de consulta: 25 de octubre del 2016. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>

19. Orozco, M. (2010). *Evaluación de cuatro dosis de Hidroretenedor Luquasorb y tres tipos de Sustratos en la plantación de guarango (Caesalpinea espinosa (Moll) O. Kuntz, en el cantón Guano.* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/720>

20. Patiño, M. (2011). *Evaluación de métodos de desinfección y medios de cultivo para la multiplicación in vitro de guarango (Caesalpinia spinosa Mol. o. Kuntz).* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1359>

21. Pazmiño, D. (2012). *Evaluación del fertilizante foliar quimifol en el cultivo de col (brassica oleracea var. capitata)c.v. gloria.* Universidad Técnica de Ambato. (Tesis de grado. Ingeniería agronómica). Cevallos, Tungurahua. Fecha de consulta: 15 de noviembre del 2016. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5413/1/Tesis-53%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20176.pdf>

22. Pineda Herrera, E., Valdez Hernández, J., Pérez Olvera, C & Dávalos Solelo, R. (2015). *Fenología, crecimiento en diámetro y periodicidad de Hura poliandra en Costa Grande, Guerrero – México.* Botanical Sciences, 93(4). Fecha de consulta: 28 de julio del 2017. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982015000400006

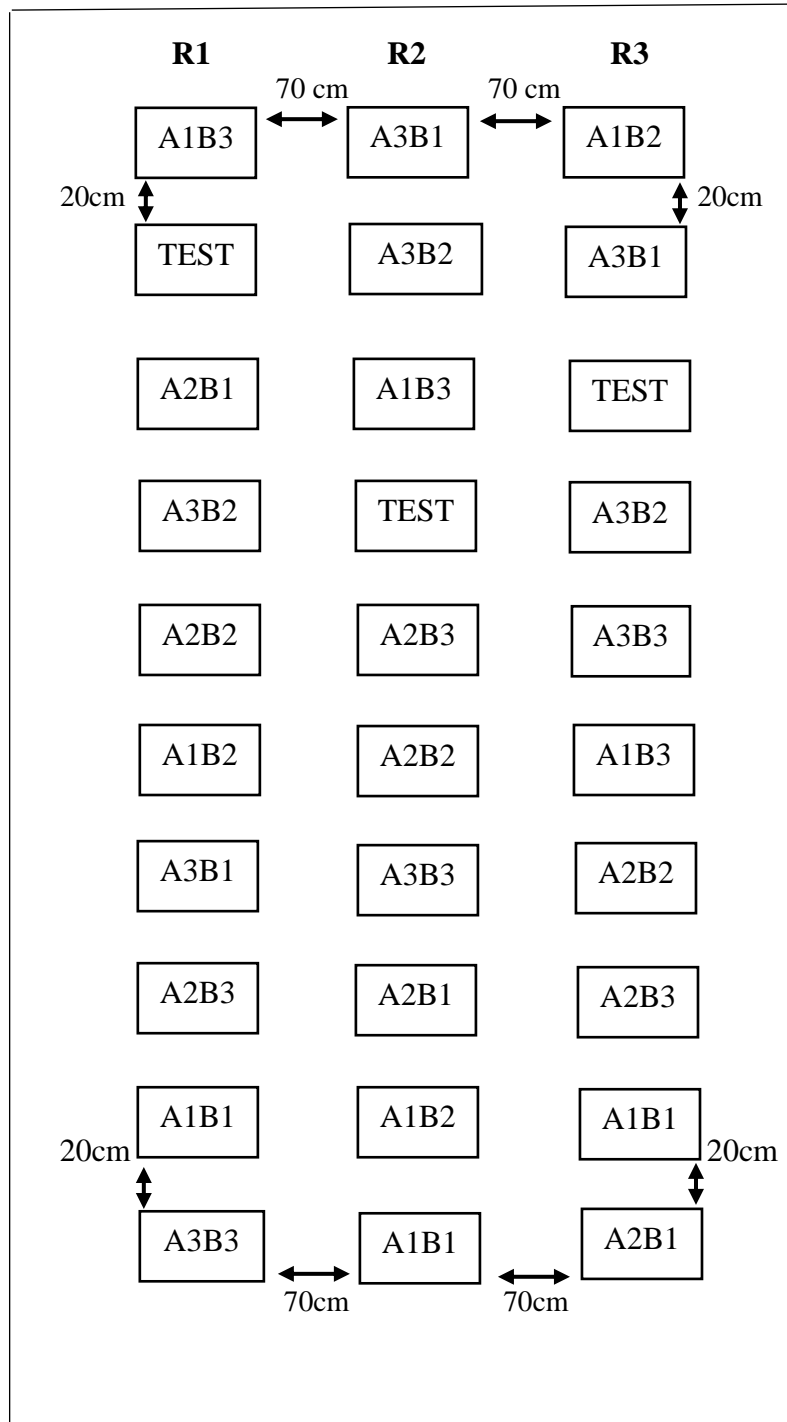
23. Prieto, J. (2004). *Factores que influyen en la producción de planta de pinus spp. En vivero y en su establecimiento en campo.* (Tesis de doctorado. Doctor en ciencias con especialidad en manejo de recursos naturales). Fecha de consulta: 28 de julio del 2017. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/5805/1/1020150010.PDF>

24. Programa nacional de Reforestación, Viveros y Recursos Genéticos (RNGR). (S.f).

Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Fecha de consulta: 21 noviembre del 2016. Disponible en: <https://rngr.net/about>

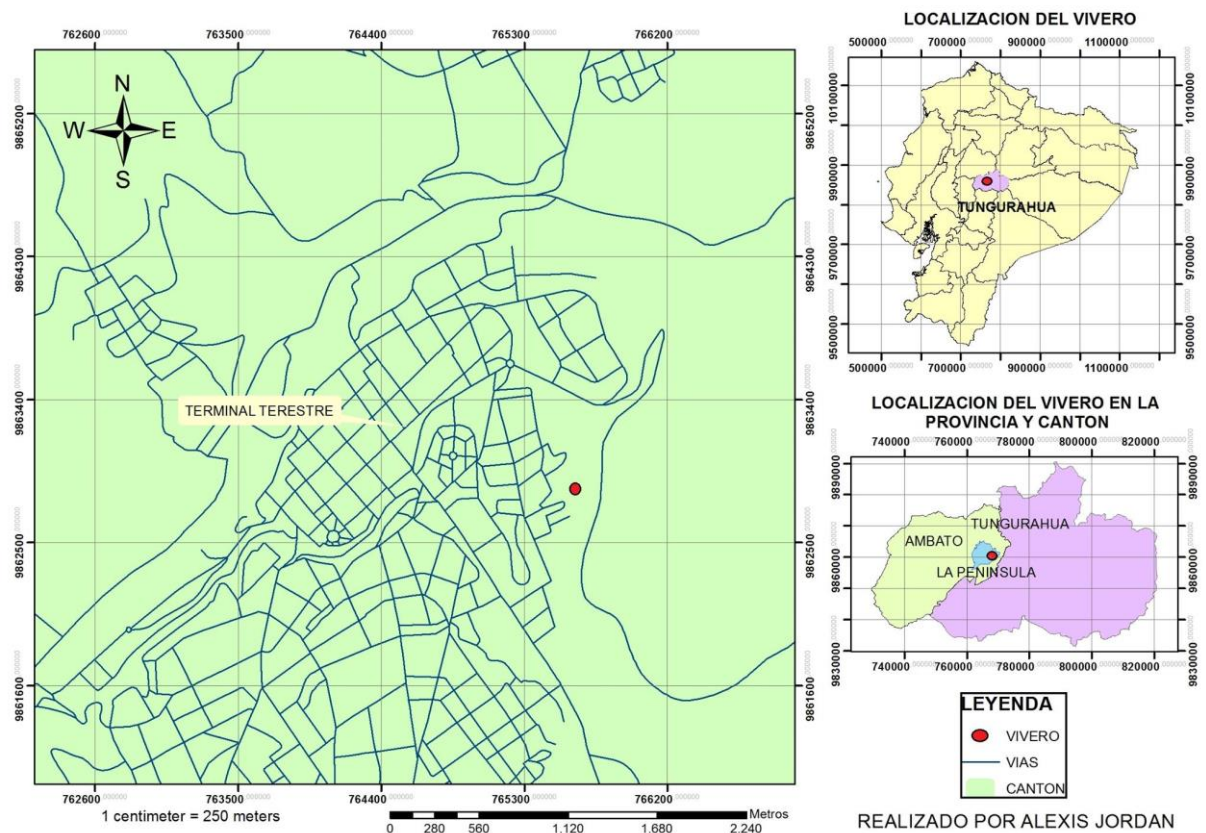
25. Rottenberg, O & Gallardo, A (Editores). (s.f). *El arte de la nutrición foliar, mecanismos de absorción*. Haifa Chemicals México SA de CV. Fecha de consulta: 21 de noviembre del 2016. Disponible en: http://www.haifa-group.com/spanish/files/Articles/Articles_spanish/Nutricion_Foliar_oded.pdf
26. Saro, J. (2013). *Nutrición vegetal*. Fecha de consulta: 09 de noviembre del 2016. Disponible en: <http://www.fagro.mx/nutricion-vegetal.html>
27. Sela, G. (s.f). *Fertilización foliar*. Smart Fertilizer Management. Fecha de consulta: 21 noviembre del 2016. Disponible en: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/foliar-feeding>)
28. Trujillo, E. (2002). *Sistema de producción en vivero*. Manual de Árboles. (1ra ed.) Bogotá – Colombia. pp 31, 36-39, 41-42, 63, 92-93.
29. Edifarm & Cía. (Editor). (2006). *Obra de Publicaciones y Documentos de Referencia*. Vademécum Agrícola. (9na ed.) Quito – Ecuador. p 1066.

Anexo 1. Croquis de la distribución del diseño experimental.



Anexo 2. Localización del lugar de la investigación.

MAPA DE UBICACION DEL VIVERO DEL CONSEJO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA



Anexo 3. Altura de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) recién instaladas las unidades experimentales de la investigación (cm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	10,66	9,13	9,63	29,42	9,81
T2	A1	B2	9,93	9,24	7,96	27,13	9,04
T3	A1	B3	11,08	9,87	7,98	28,93	9,64
T4	A2	B1	9,34	7,74	9,88	26,97	8,99
T5	A2	B2	9,19	8,39	8,40	25,98	8,66
T6	A2	B3	8,89	8,15	9,08	26,12	8,71
T7	A3	B1	9,34	11,40	9,40	30,14	10,05
T8	A3	B2	9,53	7,55	8,87	25,95	8,65
T9	A3	B3	9,58	8,39	8,24	26,22	8,74
TESTIGO			9,93	9,43	9,77	29,13	9,71

Anexo 4. Altura de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (cm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	11,13	9,57	9,98	30,68	10,23
T2	A1	B2	10,62	9,92	8,33	28,87	9,62
T3	A1	B3	12,38	10,53	8,56	31,47	10,49
T4	A2	B1	10,63	8,30	10,30	29,23	9,74
T5	A2	B2	10,16	8,81	8,84	27,81	9,27
T6	A2	B3	9,76	8,54	9,70	28,00	9,33
T7	A3	B1	9,65	11,85	9,78	31,28	10,43
T8	A3	B2	10,58	8,01	9,25	27,83	9,28
T9	A3	B3	10,19	8,81	8,45	27,45	9,15
TESTIGO			11,13	10,25	10,15	31,53	10,51

Anexo 5. Altura de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (cm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	12,40	10,53	11,88	34,80	11,60
T2	A1	B2	11,26	11,31	9,40	31,97	10,66
T3	A1	B3	13,53	12,03	10,53	36,09	12,03
T4	A2	B1	11,98	9,66	11,11	32,74	10,91
T5	A2	B2	10,58	9,65	10,88	31,12	10,37
T6	A2	B3	10,88	9,37	11,35	31,60	10,53
T7	A3	B1	10,20	12,58	11,39	34,18	11,39
T8	A3	B2	11,01	8,78	10,68	30,48	10,16
T9	A3	B3	11,45	10,04	10,69	32,18	10,73
TESTIGO			12,52	11,42	12,33	36,27	12,09

Anexo 6. Altura de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (cm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	16,09	13,86	15,04	44,99	15,00
T2	A1	B2	13,68	13,94	11,04	38,66	12,89
T3	A1	B3	17,15	15,14	12,28	44,58	14,86
T4	A2	B1	17,64	13,73	13,53	44,90	14,97
T5	A2	B2	14,16	13,03	14,07	41,25	13,75
T6	A2	B3	14,66	11,00	13,03	38,68	12,89
T7	A3	B1	11,98	16,32	14,35	42,65	14,22
T8	A3	B2	13,13	10,58	14,36	38,06	12,69
T9	A3	B3	14,73	12,72	13,23	40,67	13,56
TESTIGO			13,58	13,13	13,93	40,63	13,54

Anexo 7. Altura de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (cm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	20,23	17,40	18,14	55,77	18,59
T2	A1	B2	15,88	17,42	12,91	46,21	15,40
T3	A1	B3	19,29	17,73	14,88	51,91	17,30
T4	A2	B1	24,09	18,57	17,00	59,66	19,89
T5	A2	B2	17,66	16,63	16,93	51,22	17,07
T6	A2	B3	19,08	13,95	15,67	48,70	16,23
T7	A3	B1	14,76	22,04	19,55	56,35	18,78
T8	A3	B2	17,60	14,41	18,47	50,48	16,83
T9	A3	B3	19,08	16,40	18,02	53,50	17,83
TESTIGO			15,08	14,59	15,34	45,02	15,01

Anexo 8. Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) recién instaladas las unidades experimentales de la investigación (mm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	3,70	3,73	3,81	11,24	3,75
T2	A1	B2	3,73	3,73	3,35	10,81	3,60
T3	A1	B3	3,66	3,53	3,39	10,58	3,53
T4	A2	B1	3,46	3,31	4,31	11,08	3,69
T5	A2	B2	3,61	3,40	3,51	10,51	3,50
T6	A2	B3	3,63	3,41	3,71	10,75	3,58
T7	A3	B1	3,81	3,89	3,65	11,35	3,78
T8	A3	B2	3,53	3,42	3,57	10,52	3,51
T9	A3	B3	3,60	3,50	3,46	10,57	3,52
TESTIGO			3,73	3,54	3,86	11,13	3,71

Anexo 9. Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (mm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	4,30	4,08	4,14	12,51	4,17
T2	A1	B2	4,63	4,18	3,70	12,51	4,17
T3	A1	B3	4,35	4,09	3,69	12,12	4,04
T4	A2	B1	4,41	3,73	4,47	12,61	4,20
T5	A2	B2	4,23	3,89	3,92	12,04	4,01
T6	A2	B3	4,20	3,83	4,15	12,18	4,06
T7	A3	B1	4,22	4,74	4,09	13,05	4,35
T8	A3	B2	4,37	3,79	3,91	12,07	4,02
T9	A3	B3	4,15	4,05	3,80	12,01	4,00
TESTIGO			4,35	4,03	4,20	12,58	4,19

Anexo 10. Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (mm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	4,81	4,72	4,74	14,28	4,76
T2	A1	B2	5,07	4,73	4,45	14,25	4,75
T3	A1	B3	4,79	4,79	4,45	14,03	4,68
T4	A2	B1	4,87	4,32	4,82	14,00	4,67
T5	A2	B2	4,62	4,47	4,63	13,73	4,58
T6	A2	B3	4,67	4,23	4,86	13,75	4,58
T7	A3	B1	4,61	5,47	5,12	15,19	5,06
T8	A3	B2	4,79	4,40	4,84	14,04	4,68
T9	A3	B3	4,88	4,60	4,66	14,14	4,71
TESTIGO			5,14	4,54	5,00	14,69	4,90

Anexo 11. Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (mm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	5,29	5,38	5,25	15,92	5,31
T2	A1	B2	5,63	5,59	4,75	15,97	5,32
T3	A1	B3	5,43	5,57	5,07	16,06	5,35
T4	A2	B1	5,31	4,92	5,37	15,60	5,20
T5	A2	B2	4,99	5,18	5,22	15,39	5,13
T6	A2	B3	5,08	4,88	5,30	15,25	5,08
T7	A3	B1	4,86	6,30	5,70	16,86	5,62
T8	A3	B2	5,21	5,10	5,18	15,49	5,16
T9	A3	B3	5,28	5,13	4,96	15,37	5,12
TESTIGO			5,56	5,34	5,36	16,26	5,42

Anexo 12. Diámetro de los tallos de las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (mm).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	6,07	5,95	5,79	17,80	5,93
T2	A1	B2	6,36	6,04	5,17	17,58	5,86
T3	A1	B3	6,24	6,07	5,61	17,92	5,97
T4	A2	B1	6,19	5,39	5,69	17,27	5,76
T5	A2	B2	5,67	5,61	5,64	16,92	5,64
T6	A2	B3	5,82	5,41	5,79	17,01	5,67
T7	A3	B1	5,31	6,57	6,15	18,04	6,01
T8	A3	B2	5,79	5,43	5,56	16,78	5,59
T9	A3	B3	5,93	5,74	5,56	17,23	5,74
TESTIGO			6,14	5,66	5,90	17,69	5,90

Anexo 13. Número de hojas en las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) recién instaladas las unidades experimentales de la investigación (#).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	8,92	7,00	6,42	22,33	7,44
T2	A1	B2	8,67	8,50	7,50	24,67	8,22
T3	A1	B3	8,83	8,92	7,92	25,67	8,56
T4	A2	B1	8,67	8,50	7,17	24,33	8,11
T5	A2	B2	7,58	8,50	8,58	24,67	8,22
T6	A2	B3	8,83	8,42	8,33	25,58	8,53
T7	A3	B1	7,08	8,38	8,38	23,85	7,95
T8	A3	B2	8,58	7,83	8,25	24,67	8,22
T9	A3	B3	9,17	8,00	7,33	24,50	8,17
TESTIGO			8,67	8,83	8,83	26,33	8,78

Anexo 14. Número de hojas en las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (#).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	9,92	8,25	7,00	25,17	8,39
T2	A1	B2	9,42	9,58	8,25	27,25	9,08
T3	A1	B3	9,75	9,83	9,08	28,67	9,56
T4	A2	B1	9,42	8,58	7,92	25,92	8,64
T5	A2	B2	7,25	8,75	9,08	25,08	8,36
T6	A2	B3	8,92	8,25	9,58	26,75	8,92
T7	A3	B1	6,31	9,00	8,23	23,54	7,85
T8	A3	B2	9,25	7,67	8,00	24,92	8,31
T9	A3	B3	8,75	8,67	7,75	25,17	8,39
TESTIGO			9,83	9,50	9,17	28,50	9,50

Anexo 15. Número de hojas en las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 60 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (#).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	11,00	9,75	9,58	30,33	10,11
T2	A1	B2	11,50	10,83	9,42	31,75	10,58
T3	A1	B3	12,08	10,92	10,58	33,58	11,19
T4	A2	B1	11,92	10,42	9,92	32,25	10,75
T5	A2	B2	10,00	10,67	11,17	31,83	10,61
T6	A2	B3	11,42	10,42	11,42	33,25	11,08
T7	A3	B1	9,69	10,00	10,15	29,85	9,95
T8	A3	B2	10,50	10,67	10,42	31,58	10,53
T9	A3	B3	10,75	11,58	9,67	32,00	10,67
TESTIGO			11,67	11,08	11,33	34,08	11,36

Anexo 16. Número de hojas en las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 90 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (#).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	13,00	11,50	10,83	35,33	11,78
T2	A1	B2	12,83	12,42	11,08	36,33	12,11
T3	A1	B3	13,42	12,42	11,75	37,58	12,53
T4	A2	B1	14,67	13,58	15,25	43,50	14,50
T5	A2	B2	11,25	13,33	14,25	38,83	12,94
T6	A2	B3	12,83	11,50	11,83	36,17	12,06
T7	A3	B1	10,77	14,23	13,08	38,08	12,69
T8	A3	B2	13,33	14,58	14,42	42,33	14,11
T9	A3	B3	12,75	14,00	12,00	38,75	12,92
TESTIGO			11,75	13,17	12,67	37,58	12,53

Anexo 17. Número de hojas en las plantas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 120 días de iniciada la aplicación del fertilizante foliar (#).

Tratamientos	Factor A	Factor B	REPETICIONES			SUMATORIA	MEDIA
			I	II	III		
T1	A1	B1	14,25	12,00	11,67	37,92	12,64
T2	A1	B2	13,75	13,25	11,42	38,42	12,81
T3	A1	B3	14,08	13,17	12,25	39,50	13,17
T4	A2	B1	16,17	14,75	16,67	47,58	15,86
T5	A2	B2	14,00	13,92	13,83	41,75	13,92
T6	A2	B3	15,08	12,92	12,75	40,75	13,58
T7	A3	B1	15,38	14,77	12,85	43,00	14,33
T8	A3	B2	16,00	15,33	14,83	46,17	15,39
T9	A3	B3	14,42	14,00	11,92	40,33	13,44
TESTIGO			13,42	13,25	12,75	39,42	13,14

Anexo 18. Pesaje de acuerdo a las dosis definidas del fertilizante para la investigación.



Anexo 19. Selección de plantas para el trasplante destinadas a la investigación.



Anexo 20. Trasplante de las fundas pequeñas a las de mayor dimensión.



Anexo 21. Visita de campo por parte del tribunal de titulación.



Anexo 22. Establecimiento de la parcela y de las unidades experimentales.



Anexo 23. Labores culturales (limpieza, riego y deshierbe manual de malezas).



Anexo 24. Fertilización de las unidades experimentales.



Anexo 25. Toma de datos en campo (altura, diámetro y número de hojas).



Anexo 26. Análisis del sustrato utilizado en la investigación.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE RECURSOS NATURALES LABORATORIO DE SUELOS



Nombre del Propietario: Alexis Jordan
Remite:

Fecha de ingreso: 04/05/2017
Fecha de salida: 18/05/2017

Ubicación: Vivero C.P.TUNGURAHUA
Nombre de la granja

LA PENÍNSULA
Parroquia

AMBATO
Cantón

TUNGURAHUA
Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS QUIMICO DE SUSTRATO

Identificación	pH	%				
		M.O	N	P	K	
SUSTRATO(Tierra negra+Corteza de Pino+Cascarilla de arroz+Gravilla)	6.8 N	3.23	0.22	0.59	0.18	

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Suficiente	M: medio
L.Ac. Lig. ácido	B: bajo

Ing. José Arcos T.
JEFE LAB.DE SUELOS



Ing. Elizabeth Pachacama
TECNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 ½, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418
"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

Anexo 27. Presupuesto de inversión.

DETALLE	CANT.	COST. UNIT. (USD)	COST. TOTAL (USD)
Fertilizante foliar 25-16-12	1	12,5	12,5
Carretilla	1	50	50
Bomba manual (1L)	1	3	3
Mascarilla	1	10	10
Calibrador digital	1	30	30
Regadera	1	15	15
Regla	1	0,5	0,5
Fundas plasticas	900	0,015	13,5
Cuaderno	1	2	2
Cámara fotográfica	1	200	200
Pala	1	15	15
GPS	1	320	320
Plantas de guarango	900	0,3	270
Sustrato	2m3	6,5	13
Computadora	1	550	550
Esfero	1	0,5	0,5
Transporte		1	25
Insecticida	1	12	12
Fungicida	1	15	15
Otros		50	50
		TOTAL	1609,75

Anexo 28. Datos climatológicos de los días de la aplicación del fertilizante foliar.

CONDICIONES CLIMATICAS DEPARTAMENTO CLIMATOLOGICO DEL CONSEJO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA									
TEMPERATURA (°C)		PRECIPITACION (mm)		HUMEDAD (%)		D. DEL VIENTO (m/s)		V. DEL VIENTO (Km/h)	
FECHA		FECHA		FECHA		FECHA		FECHA	
06/12 12:00	20,30	06/12 12:00	0,00	06/12 12:00	61,50	06/12 12:00	294,00	06/12 12:00	1,60
13/12 12:00	18,90	13/12 12:00	0,00	13/12 12:00	67,50	13/12 12:00	253,00	13/12 12:00	1,47
20/12 12:00	19,90	20/12 12:00	0,20	20/12 12:00	63,20	20/12 12:00	231,00	20/12 12:00	1,69
27/12 12:00	18,80	27/12 12:00	5,30	27/12 12:00	69,30	27/12 12:00	278,00	27/12 12:00	1,54
03/01 12:00	20,40	03/01 12:00	0,00	03/01 12:00	61,20	03/01 12:00	253,00	03/01 12:00	1,59
10/01 12:00	19,00	10/01 12:00	6,90	10/01 12:00	67,10	10/01 12:00	285,00	10/01 12:00	0,96
17/01 12:00	18,70	17/01 12:00	0,00	17/01 12:00	70,20	17/01 12:00	335,00	17/01 12:00	1,44
24/01 12:00	19,80	24/01 12:00	0,00	24/01 12:00	65,80	24/01 12:00	272,00	24/01 12:00	1,63
31/01 12:00	20,00	31/01 12:00	0,00	31/01 12:00	62,30	31/01 12:00	279,00	31/01 12:00	1,28
07/02 12:00	18,60	07/02 12:00	0,00	07/02 12:00	70,50	07/02 12:00	249,00	07/02 12:00	1,17
14/02 12:00	19,90	14/02 12:00	0,00	14/02 12:00	63,60	14/02 12:00	282,00	14/02 12:00	1,12
21/02 12:00	20,00	21/02 12:00	7,40	21/02 12:00	62,10	21/02 12:00	255,00	21/02 12:00	1,60
28/02 12:00	19,90	28/02 12:00	0,10	28/02 12:00	64,40	28/02 12:00	354,00	28/02 12:00	1,34
07/03 12:00	19,60	07/03 12:00	0,00	07/03 12:00	66,00	07/03 12:00	253,00	07/03 12:00	1,18
14/03 12:00	20,50	14/03 12:00	7,20	14/03 12:00	60,40	14/03 12:00	351,00	14/03 12:00	1,30
21/03 12:00	19,90	21/03 12:00	0,00	21/03 12:00	64,30	21/03 12:00	233,00	21/03 12:00	1,75
	19,64		1,69		64,96		278,56		1,42

Fuente: Red Hidrológica Tungurahua. Dirección de Recursos Hídricos. H Gobierno Provincial de Tungurahua.